N° 4 1942/1945

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : L. OLIVIER (1890-1920).
DIRECTEURS : J.-P. LANGLOIS (1910-1923), L. MANGIN (1924-1937), R. ANTONY (1937-1941).

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. le Dr Gaston DOIN,
8, Place de l'Odéon, Paris (VIe)

La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

ÉDITORIAL

Suspendue depuis le mois de mars 1942, la *Revue Générale des Sciences* reparaît après une interruption de plus de trois années.

Dès 1940, pour ne pas se laisser imposer des radiations raciales ou politiques, elle avait dû cesser de mentionner les noms de son comité de rédaction, et en 1941 elle avait supprimé même celui de son Directeur, emprisonné par l'ennemi.

Tous ces noms réapparaissent librement, sauf hélas ! ceux des disparus : Émile Picard, dont la mort a mis en deuil la science française, le 11 décembre 1941, Jacques Solomon, fusillé comme otage le 23 mai 1942, au temps où le vainqueur d'alors croyait pouvoir maîtriser par la terreur la Résistance française, Charles Diehl et Jean-Louis Faure décédés en novembre 1944.

A la joie de la libération, qui gonfle le cœur de tous les Français, s'ajoute pour la *Revue Générale des Sciences*, celle de reprendre un rôle qu'elle croit important pour le développement harmonieux de la pensée scientifique française, et par conséquent, pour la grandeur de notre Pays.

Il ne suffit pas, en effet, que les Revues scientifiques spécialisées fournissent, par leurs mémoires originaux, les résultats nouveaux. Il faut que chacun de ceux qui contribuent à les apporter, soit éclairé sur les progrès des disciplines autres que celle à laquelle il consacre ses recherches personnelles, non seulement pour la satisfaction intellectuelle qu'il y éprouve, mais aussi pour y trouver des suggestions fécondes et pour orienter efficacement ses propres efforts.

L'étendue du savoir humain est devenue telle, qu'il est impossible à chacun de nous de suivre toute l'activité dépensée dans ses divers domaines pour y recueillir lui-même ces éléments indispensables. A côté de sa Revue spécialisée, il lui faut une Revue d'information scientifique générale où il trouvera, non pas les mémoires originaux, réservés à celle-là, mais des vues d'ensemble, esquissées à grands traits, de l'évolution de la science dans les autres spécialités, ou des renseignements sur les acquisitions nouvelles importantes qu'elle y a faites.

C'est à répondre à ce besoin, que la *Revue Générale des Sciences* entend consacrer ses efforts. Ainsi, sans faire jamais double emploi avec les Revues spécialisées, elle remplira un rôle essentiel que celles-ci ne peuvent assumer. Chacun de ses articles doit s'adresser avant tout aux lecteurs autres que les spécialistes de la discipline à laquelle il est consacré.

A ses collaborateurs, elle donne donc les deux directives suivantes :

S'ils ont des résultats nouveaux à faire connaître, les publier là où les chercheront ceux qui en ont besoin, c'est-à-dire dans une revue spécialisée.

Rédiger chaque article de telle façon qu'il soit accessible à des lecteurs que leur formation scientifique rend aptes à les comprendre, mais qui seront

censés ne connaître de la question que les éléments acquis dans l'Enseignement secondaire.

En reprenant la tâche ainsi définie, la *Revue Générale des Sciences* croit pouvoir contribuer de façon fort efficace au progrès des diverses Sciences par les services qu'elle espère rendre à tous ceux qui leur consacrent leur activité.

Elle n'oublie pas, d'ailleurs, qu'ils attendent d'elle de les renseigner sur tout ce qui paraît et qu'ils peuvent avoir besoin de consulter. D'où l'importance qu'elle attache aux trois rubriques documentaires que sont les Analyses bibliographiques, les Comptes Rendus de travaux des Académies et Sociétés savantes, et les Sommaires des Journaux scientifiques.

Ces rubriques vont être immédiatement reprises de façon régulière à dater du 1er janvier 1945, au moins pour toute la production scientifique française.

Le régime actuel des restrictions imposées par la disette de papier, ne nous permet malheureusement pas de combler immédiatement le vide ainsi apporté, dans l'outil bibliographique que la *Revue Générale des Sciences* veut être pour ses abonnés, par trois années d'interruption et par l'arrêt des communications postales internationales. Dès que cela deviendra possible, nous préparerons un complément bibliographique pour rétablir cette situation.

La Revue ne peut même pas reprendre son volume normal. Avec le nombre de pages réduit dont nous disposons, nous achèverons, sous la désignation 1942-1945, l'année qui avait été commencée en 1942 (1). Dès que les restrictions auront disparu, nous apporterons à notre Revue d'importantes améliorations matérielles qui la rendront tout à fait digne du rôle qu'elle veut jouer. Nous espérons que nos lecteurs voudront bien nous faire crédit d'ici là et nous aider à cette remise en route.

Revue Générale des Sciences.

(1) Les numéros parus depuis le 1er janvier 1942 seront envoyés aux nouveaux abonnés.

LES RÉCUPÉRATIONS DE CHALEUR ET DE SOUS-PRODUITS DANS L'INDUSTRIE CHIMIQUE (1)

Les progrès qui ont marqué le développement de la grande industrie chimique depuis le début de ce siècle et la lutte des prix qui en est la conséquence, ont conduit les techniciens à ne négliger aucune économie, si minime fut-elle. Leurs efforts ont porté en particulier sur les points suivants :

1° Economie de main-d'œuvre ;
2° Amélioration des rendements ;
3° Economie de combustible ;
4° Récupération des sous-produits.

Des rendements plus élevés et la diminution du nombre des ouvriers ont été obtenus par l'introduction de procédés mécaniques continus chaque fois que cela était possible et par le développement des dimensions des appareils.

L'économie de combustible peut être réalisée, d'une part dans les centrales : chaudières sous pression élevée, turbines, grilles mécaniques, tirage équilibré, etc...

D'autre part, en chaque point de la fabrication où de l'énergie calorifique est utilisée, c'est-à-dire dans toute l'usine, on cherche à récupérer calolories et frigories.

Quant aux sous-produits, on trouve chaque jour l'utilisation de l'un d'eux qui, auparavant, était encombrant ou venait souiller les rivières.

Je n'ai pas la prétention de traiter en une heure un sujet aussi vaste, je vais simplement par quelques exemples typiques, essayer de vous montrer l'intérêt que présente la récupération des calories et celle des sous-produits.

La récupération des chaleurs perdues est aussi vieille que l'industrie chimique. On en trouve un exemple dans la préparation de l'acide sulfurique par les chambres de plomb. En faisant passer dans la tour de Glover les gaz sortant du four à pyrite, grâce à leur température élevée, on obtient à bon compte une première concentration de l'acide sulfurique et l'élimination des vapeurs nitreuses.

On a eu également depuis longtemps l'idée d'utiliser la chaleur sensible des fumées provenant des diverses combustions pour le préchauffage de l'eau d'alimentation des chaudières.

Plus récemment on a utilisé les gaz d'échappement des moteurs à explosion. Un exemple remarquable est celui fourni par l'usine d'ammoniac de synthèse d'Oppau dans le Palatinat, où une centrale de 12.000 Kw. fonctionne avec des moteurs à gaz pauvre de 500 à 1.000 C.V. On consomme environ 2 mètres cubes de « Kraftgas » par K.W.H. et 2 m^3 2 d'air.

Après explosion, les gaz brûlés s'échappent à une température voisine de 600°. Avant de les évacuer dans une cheminée, on les fait passer à travers les tubes de chaudières tubulaires d'où ils sortent à 250° environ. La chaleur spécifique des

(1) Conférence faite aux élèves de l'Ecole de perfectionnement industriel.

gaz augmente avec la température, de sorte qu'une même masse gazeuse transporte plus de chaleur entre 300 à 600° que de 0° à 300° ; mais, d'autre part, il y a des pertes par rayonnement, conductibilité, etc..., de sorte que l'on ne doit guère arrêter dans la chaudière que 10 à 13 % de la chaleur sensible des gaz. Cela doit représenter par K.W.H. de 300 gr. à 350 gr. de vapeur. Multipliez par 12.000 et vous aurez l'ordre de grandeur de la récupération *horaire*. Elle est loin d'être négligeable.

Une récupération analogue se fait à Nottoden, à la Société norvégienne de l'azote, sur l'air porté à une température extrêmement élevée, de l'ordre de 3.000°, par passage dans l'arc soufflé.

Cet air ne renferme que 1 % de son volume de bioxyde d'azote ; si l'on ne récupérait pas sa chaleur sensible, l'opération serait déplorable. Aujourd'hui le procédé d'oxydation directe de l'azote n'est plus utilisé qu'en Norvège, partout ailleurs on préfère oxyder l'ammoniac ce qui fournit un rendement d'oxydation de 90 à 95 %.

Pour cela, il est nécessaire de chauffer, une fois la réaction amorcée en présence d'un catalyseur, elle continue d'elle-même en dégageant 54 calories chaque fois que 17 gr. d'ammoniac sont oxydés en bioxyde d'azote. Le mélange gazeux, après son passage sur le catalyseur, qui est généralement de la toile de platine extrêmement fine, est porté à une température de 600 à 700°.

Il est possible d'utiliter cette chaleur pour la production de vapeur, par l'intermédiaire d'une chaudière tubulaire. Il faut bien veiller cependant à ce que la température ne descende pas au-dessous de 150° pour éviter la corrosion des tubes d'acier par l'acide nitrique qui se forme par refroidissement.

Un grand nombre de réactions ayant lieu en phase gazeuse, dégagent plus ou moins de chaleur, mais souvent aussi la réaction ne se produit qu'à une température très supérieure à la température ordinaire ; on se sert alors de la chaleur dégagée pour porter les gaz frais à la température où ils commencent à réagir. Il faut alors procéder par échange, c'est-à-dire faire circuler en sens inverse, à l'intérieur et à l'extérieur d'un faisceau tubulaire, les gaz frais et les produits de la réaction.

On procède de cette manière pour la synthèse de l'ammoniac à partir de l'azote et de l'hydrogène. Il s'agit là d'une réaction réversible qui dégage 12 calories par molécule (17 gr.) d'ammoniac formé.

La proportion d'ammoniac formé augmente avec la pression, elle est de l'ordre de 8 % sous 200 atmosphères. La réaction, qui ne se produit qu'en présence d'un catalyseur, est extrêmement lente au-dessous de 550°. Il s'agit donc de porter le mélange d'azote et d'hydrogène à cette température. Les 12 calories dégagées suffisent largement pour obtenir ce résultat, reste à établir un échangeur convenable ; son fonctionnement est favorisé par la pression.

Il est curieux de constater que les perfectionnements apportés à la synthèse ont conduit à la simplification et même parfois à la suppression de la récupération de chaleur. Les premiers appareils de Haber ne donnaient qu'un mélange de gaz contenant de 4,5 à 5 % d'ammoniac ; la chaleur dégagée était alors tout juste suffisante, et pour obtenir le résultat cherché, il était nécessaire de récupérer aussi complètement que possible la chaleur à l'aide de trois échangeurs bien calorifugés.

Lorsque diverses améliorations ont amené le rendement à 8 % on a pu supprimer un échangeur et diminuer l'isolement des autres.

Dans les appareils de Georges Claude et dans ceux de Casale, qui fonctionnent sous très haute pression et fournissent des rendements élevés, la récupération devient inutile et même parfois nuisible.

Si la chasse aux calories a perdu de son intérêt dans cette industrie, la chasse aux frigories garde toute son actualité ; voici pourquoi : aucun des procédés de synthèse de l'ammoniac ne serait viable si l'on se contentait des quelques pour cent d'ammoniac formés par un simple passage sur le catalyseur, il est indispensable d'éliminer l'ammoniac formé et d'utiliser à nouveau la majeure partie de la matière première, c'est-à-dire du mélange d'azote et d'hydrogène.

Sous la pression atmosphérique l'ammoniac bout à — 33°, l'azote à — 196°, l'hydrogène à —253°. Sous pression, ces températures sont plus élevées, mais l'écart reste du même ordre. Le refroidissement du mélange gazeux offre donc un procédé simple et efficace de séparation de l'ammoniac. Il suffit de le liquéfier seul. Mais les frigories sont beaucoup plus précieuses que les calories et c'est pourquoi il importe de procéder à leur récupération aussi parfaite que possible. Il y a lieu de retrouver, non seulement la chaleur sensible des trois gaz, mais également la chaleur latente de vaporisation de l'ammoniac.

Un curieux exemple de récupération de chaleur, exemple du reste unique au monde, est celui que l'on trouve en Toscane, dans l'exploitation du gisement d'acide borique.

Cette région est essentiellement volcanique, on y rencontre de nombreuses coulées de lave et en maint endroit des jets de vapeur s'échappent du sol, échantillons d'une immense réserve souterraine d'énergie. Ce sont les « suffioni » autour desquels se forment, peu à peu par condensation des mares d'eau boriquée.

Il y a plus de deux siècles que l'on sait retirer l'acide borique de cette eau, par évaporation.

Pendant la révolution de 1789, un gentilhomme français émigré, M. de Larderelle, traversant la Toscane, fut frappé par le côté pittoresque de cette industrie rudimentaire, s'y intéressa au point de se fixer dans le pays et d'y fonder une usine, puis une petite ville qui, aujourd'hui, porte son nom : Larderello.

Son fils lui succéda et eut l'idée, dans cette région dénuée de combustible, d'utiliser la vapeur vive pour évaporer l'eau chargée d'acide borique.

Au début du XX^e siècle, la dernière descendante des Larderelle épousait un brillant ingénieur italien, le Prince Ginori Conti.

Ce dernier, manquant de matière première pour son usine agrandie de génération en génération, alla chercher, par des profonds sondages, la vapeur trop lente à s'infiltrer d'elle-même jusqu'à la surface du sol, puis il l'obligea à travailler dans des turbines que sa pression élevée fait tourner.

Aujourd'hui Florence et toute la Toscane sont éclairées par les centrales de Larderello.

L'acide borique n'est pas perdu pour cela, on le retrouve dans la vapeur détendue, mais il est descendu au rang de sous-produit.

Si la vapeur ne contenait pas cette impureté, les turbines n'en tourneraient pas moins, de même que la faible proportion de soufre contenu dans les gaz pauvres de gazogènes à lignite ou à coke, n'intervient pas dans le fonctionnement des moteurs à explosion. Mais lorsqu'il s'agit de préparer l'hydrogène pur à partir du gaz à l'eau, ce soufre est assez gênant.

On est parvenu à l'éliminer au moyen de deux procédés simples : l'un fonctionnant par voie humide, l'autre par voie sèche.

Le premier, utilise la réduction des sels ferriques par l'hydrogène sulfuré et d'autres composés contenant à la fois de l'hydrogène du soufre et du carbone ; le soufre précipité est filtré recueilli et réoxydé par l'air et ramené à l'état initial.

$$SH_2 + 2Cl_3Fe \rightarrow 2Cl_2Fe + 2ClH + S$$
$$2Cl\,Fe + 2ClH + 1/2\ O_2 \rightarrow 2Cl_3Fe + H_2O$$

Le second procédé consiste à faire passer les gaz à travers une épaisse couche de charbon actif, maintenu à une température supérieure à celle de fusion du soufre qui, dans ces conditions, est mis en liberté et s'écoule à la partie inférieure de l'appareil où il ne reste qu'à le recevoir dans des lingotières.

Il n'existe guère de coke contenant moins de 1 % de soufre, les lignites en renferment en général davantage. Une usine faisant passer dans des gazogènes 1000 tonnes de combustible par jour, peut récupérer une tonne de soufre, 300 tonnes par an, ce qui n'est pas négligeable, même pour une société importante.

Depuis longtemps déjà toutes les usines à gaz de ville, où l'on distille la houille, retrouvent également du soufre dans les mélanges dits masses Laming, qui servent à l'épuration. On récupère d'autre part l'ammoniac sous la forme de sulfate pour lequel de l'acide sulfurique est nécessaire. En brûlant le soufre recueilli et en oxydant le gaz sulfureux, on obtiendra dans la majeure partie des cas beaucoup plus d'acide sulfurique que n'en exige la neutralisation de l'ammoniac d'une tonne de houille. Il va sans dire que cela ne saurait être réalisé à l'usine à gaz.

La production du gaz de Paris elle-même ne justifierait pas l'installation de chambres de plomb comme accessoire de sa fabrication de sulfate d'ammoniaque.

Par contre, le chimiste allemand, Feld, est parvenu par une suite de réactions ingénieuses, pratiquées sur le gaz non épuré, à réunir le soufre et l'ammoniac en une molécule de sulfate d'ammoniaque.

L'opération est extrêmement délicate par ce que le soufre se trouve à l'état de sulfure de carbone, d'hydrogène sulfuré ou de composés analogues et qu'il est très difficile de provoquer son oxydation sans toucher à l'hydrogène et au méthane dans lequel il se trouve dilué. Feld fait intervenir des sels auxquels on ne connaissait auparavant aucune application : les thionates. Son procédé, bien que très ingénieux, n'est guère appliqué. Il serait cependant désirable qu'il le fût davantage, car les pyrites se font rares en France et il ne faut pas en consommer inutilement.

Un grand progrès a été réalisé dans cette voie le jour où l'on a trouvé le moyen d'utiliser directement l'acide sulfurique du sulfate de chaux naturel, gypse ou anhydrite, pour la préparation du sulfate d'ammoniaque.

L'ammoniac s'est d'abord combiné au gaz carbonique puis le carbonate d'ammoniaque donne une double décomposition avec le sulfate de calcium.

$$CO_3(NH_4)_2 + SO_4Ca \rightarrow SO_4(NH_4)_2 + CO_3Ca$$

Cela se fait en grand aux usines allemandes d'Oppau et de Merseburg et à l'usine de l'Onia à Toulouse.

Encore faut-il disposer de sulfate de calcium à un prix rémunérateur. Or, ce sel est un sous-produit de la fabrication de l'acide phosphorique par les phosphates naturels et l'acide sulfurique.

On prépare de plus en plus d'acide phosphorique pour le transformer en phosphate d'ammoniaque, et des montagnes de sulfate de calcium, jusqu'ici sans emploi, s'accumulent dans certaines usines

du nord de la France. On commence à utiliser ce sel pour en faire du sulfate d'ammoniaque dont la consommation ne cesse d'augmenter, malgré la concurrence croissante d'autres engrais azotés.

On ne supprime pas ainsi la consommation d'acide sulfurique, mais on la diminue de moitié puisque le même acide sert deux fois.

Reste à trouver une application au carbonate de calcium dont des montagnes remplaceront bientôt celles que l'on est en train de supprimer.

Il faut remarquer que la réaction de double décomposition servant de base à cette industrie, utilise le plus souvent un autre sous-produit : l'anhydride carbonique provenant de la préparation bien connue de l'hydrogène par le gaz à l'eau :

$$CO + H_2 + H_2O \rightleftarrows CO_2 + 2H_2$$

On le sépare avec facilité, grâce à sa solubilité dans l'eau accrue en comprimant le mélange jusqu'à 25 ou 30 atmosphères.

Mais cela donne lieu à une nouvelle récupération, cascade de récupérations, direz-vous ; c'est exact, mais l'on peut dire également : récupération de cascade. En effet, il faut comprimer un volume important d'eau pour la forcer à pénétrer à l'intérieur d'une colonne de 10 à 12 m. de haut, dans laquelle les gaz circulent de bas en haut et où règne une pression de 25 atmosphères. Si l'on traduit la pression nécessaire en colonne d'eau, on trouve : $12 + 10{,}33 \times 25 = 270$ mètres.

Par conséquent, l'eau sort de la tour de lavage avec une force vive égale à celle qu'elle pourrait acquérir par une chute de 270 mètres.

Vous voyez que l'on peut parler de cascade. On utilise cette énergie à faire tourner une turbine qui aide un moteur électrique à actionner la pompe élévatrice de l'eau.

Près de 60 % de l'énergie dépensée sont ainsi récupérés.

L'industrie métallurgique fournit de nombreux exemples de récupération d'énergie calorifique et de sous-produits.

Je ne vous en citerai qu'un, parce que les circonstances actuelles lui confèrent un intérêt particulier. Je veux parler de la récupération de l'étain des boîtes de conserves usagées.

Ce minerai, dont la mine est la poubelle, est à peu près le seul dont nous disposions pour le moment.

La production annuelle de l'étain, qui est voisine de 240.000 tonnes, se répartit, en gros, de la manière suivante :

7/10 en Extrême-Orient, 2/10 en Amérique du Sud et 1/10 en Afrique. La moitié au moins de l'étain produit est transformée en fer blanc, qui cependant n'en contient guère que 2/100 de son poids.

Ces 6 millions de tonnes de tôle étamée sont transformées en boîtes de conserves. On a bien essayé de substituer à ce produit, divers succédanés par exemple : la tôle vernie ou argentée, mais les résultats ont jusqu'ici, été assez décevants.

C'est donc avec du fer blanc que l'on fabrique toutes les boîtes de conserves. Les formes rondes et ovales, très fréquemment utilisées, impliquent des chutes importantes, mais faciles à recueillir et à traiter, puisqu'elles restent à l'usine et qu'elles sont propres.

Il n'en est pas de même des boîtes usagées, défoncées et graisseuses, que l'on retrouve dans les poubelles. Avant de les traiter, il est indispensable de les nettoyer, de les sécher et d'enlever la soudure. On les façonne ensuite en blocs de 50 à 100 kgs à l'aide d'une presse hydraulique. Ces blocs présentent de nombreuses cavités et sont perméables aux gaz. On les dispose à l'intérieur d'un énorme autoclave de plusieurs mètres en hauteur de 2 ou 3 m. de diamètre, dans lesquels ils sont traités par le chlore sous la pression de 1,5 à 2 atmosphères. Le chlore attaque rapidement l'étain dès la température ordinaire, sans toucher au fer, en donnant du tétrachlorure qui est volatilisé par la chaleur de réaction : (130 cal.) et se retrouve à l'état liquide dans une partie refroidie de l'appareil. Il est facile d'extraire l'étain de ce produit, c'est ce qui a lieu pour le moment ; on peut également l'utiliser en solution pour charger la soie à laquelle il confère un brillant spécial.

Le fer à peine attaqué superficiellement refondu au four Martin, peut redonner de la tôle mince que l'on étame de nouveau.

Un autre procédé de récupération consiste à opérer par électrolyse en solution alcaline, en utilisant le bloc des vieilles boîtes comme anode et une plaque de fer comme cathode. Le désétamage est alors moins parfait.

Si les sous-produits sont nombreux dans l'industrie chimique minérale, ils le sont encore davantage en *Chimie Organique*.

Il existe des fabrications liées dans lesquelles deux corps sont obtenus par une même réaction, sans que l'on puisse élever l'un plutôt que l'autre au rang de produit principal. C'est ainsi que se présentent les oxydations pratiquées à l'aide de l'acide chromique.

On prépare annuellement en Allemagne 600 à 700 tonnes d'acide benzoïque par oxydation du toluène par le bichromate de sodium qui est ramené à l'état de sesqui-oxyde de chrome de Cr_2O_3. Ce dernier est vendu directement ou sous forme de sulfate chromique utilisé comme produit tannant, son poids est plus d'une fois et demie celui de l'acide benzoïque. Ses débouchés sont très impor-

tants, on ne peut vraiment prétendre que c'est un sous-produit. Il arrive d'autre part, que des sous-produits auxquels on a cherché longtemps une application acquièrent brusquement une importance comparable à celle du produit principal.

C'est le cas du paradichlorobenzène $C_6H_4\begin{matrix}Cl_{(1)}\\Cl_{(4)}\end{matrix}$ dont une petite proportion se forme toujours lorsque l'on prépare le monochlorobenzène C_6H_5-Cl produit intermédiaire de la préparation du phénol.

Il y a quelques années encore, le dichlorobenzène s'accumulait dans les usines électrochimiques où ce composé solide, d'une odeur pénétrante, mais pas spécialement désagréable, restait sans application. On eut un jour l'idée d'étudier son action sur divers organismes et l'on s'aperçut que sa tension de vapeur est suffisante, à la température ordinaire, pour tuer les mites.

Dès ce jour, les stocks diminuèrent rapidement et se dispersèrent par petits paquets chez les droguistes du monde entier.

Loin de déplorer la formation accessoire du paradichlorobenzène, on fut bientôt amené à en préparer volontairement.

Son nom officiel, imposé par la nomenclature de Genève, paraissant peu évocateur pour le grand public, on le baptisa « Tue-mite » ou « nécro-mite » qui indiquent clairement à quoi il est destiné.

Cela prouve qu'il ne faut jamais affirmer *a priori*, qu'un produit déterminé restera sans application.

En terminant cette course rapide à travers l'industrie chimique, je vous souhaite de découvrir au cours de votre carrière, d'autres produits et d'autres chaleurs à récupérer. Il n'en manque pas, soyez-en certains, et dans tous les domaines. En écoutant dernièrement une intéressante conférence sur le caoutchouc, un problème de ce genre m'est apparu, je vous demande la permission de vous retenir encore cinq minutes pour vous le signaler.

On prépare aux États-Unis de grandes quantités de noir de gaz par la combustion incomplète de gaz naturels, renfermant surtout du méthane. Ce carbone est à un état de division extrême (0,025 à 0,030 μ), aussi fin que les micelles colloïdaux et donne d'excellents résultats pour la charge du caoutchouc, dont il améliore grandement la quantité. Le rendement de la combustion est déplorable, de 13 à 22 gr. par mètre cube de gaz brûlé (de 2 à 3,5 pour 100 du carbone total).

La condensation est obtenue sur différentes surfaces, mobiles ou non, en général refroidies. On consomme de l'ordre de 1/2 million de mètres cubes pour obtenir une tonne de noir, ce qui à 5.000 grandes calories par mètre cube, correspond à 2 milliards 1/2 de calories, dont pas une n'est utilisée, car autant que je sache, aucune récupération n'a jusqu'ici été appliquée. La matière première est, il est vrai, peu coûteuse, car il s'agit d'un gaz naturel qui s'échappe en abondance du sol, d'autre part le problème est très difficile par ce que, dès que l'on cherche à opérer dans un petit volume, le noir obtenu est moins fin et devient impropre à la charge du caoutchouc, on ne peut plus en faire que du cirage ou de l'encre d'imprimerie.

L. HACKSPILL, *directeur de l'Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Paris*

LES PROBLÈMES DES TRÈS GRANDES VITESSES EN AVIATION

L'aviation à très grandes vitesses

Le développement commercial, vraisemblablement énorme, auquel l'aviation est appelée, sera lié avant tout aux vitesses très élevées permises à l'avion, parce qu'il peut s'éloigner des obstacles qui les rendaient très dangereuses au niveau du sol. Elles exigeront d'ailleurs qu'il circule à très haute altitude pour que sa sustentation reste assurée, au voisinage du sol, à des vitesses beaucoup plus modestes, permettant les manœuvres d'envol et d'atterrissage sans dangers exagérés : si ces manœuvres sont possibles pour un avion volant normalement à 500 kilomètres à l'heure, ce même avion, pour porter la même charge à une vitesse triple devra voler en croisière à une altitude où la densité de l'air sera $3^2 = 9$ fois plus faible qu'au sol, c'est-à-dire au voisinage de 17.000 mètres.

Cette estimation est d'ailleurs faite, à titre de première approximation, en extrapolant la loi de variation de la résistance aérodynamique proportionnellement à ρ S. V^2, et il importe de noter immédiatement que cette approximation, déjà assez médiocre aux plus grandes vitesses actuellement atteintes par l'aviation, devient tout à fait incorrecte aux vitesses plus élevées qu'elle doit maintenant s'appliquer à réaliser.

Tout reste à entreprendre pour l'étude des résistances aérodynamiques et des formes favorables des ailes d'avion dans ce nouveau domaine de vitesses où la compressibilité de l'air cesse d'être négligeable et rend tout à fait illusoire l'extrapola-

tion des mesures effectuées à faibles vitesses dans les souffleries actuelles.

Loi des résistances aérodynamiques

On ne peut même pas tenter de prévoir *a priori*, par des considérations d'homogénité, la forme de la loi de variation de la résistance aérodynamique en fonction de la vitesse. Dans l'hypothèse d'un fluide incompressible, dont les propriétés mécaniques sont complètement définies par sa densité ρ, la température n'intervenant qu'indirectement par la variation qu'elle impose à ρ, l'analyse dimensionnelle prévoit immédiatement la proportionnalité à ρ S. V^2. Mais il n'en est plus de même pour un fluide compressible, dont l'état mécanique, dans la région non perturbée, est défini par deux des variables p, ρ et T. Pour éviter les hésitations que l'on peut avoir en ce qui concerne les dimensions (1) à attribuer à la température T, prenons la pression p et la densité ρ. On est alors conduit à chercher, pour une incidence donnée, une loi de la forme $F = k\, p^x \rho^y l^z V^t$ en appelant l une dimension linéaire qui situe le solide mobile considéré dans la famille des solides géométriquement semblables, et V la vitesse de sa translation. La condition d'invariance de cette équation s'obtient en égalant les symboles dimensionnels des deux membres ; mais les trois équations relatives aux exposants de L, M et T, ne peuvent pas déterminer quatre inconnues. Il faut donc faire disparaître l'une de celles-ci, ce qui est possible par élimination si l'on sait former un invariant au moyen des grandeurs du second membre. La combinaison $\frac{V^2\rho}{p}$ est un invariant, car elle a pour symbole dimensionnel

$$[L^{-1}T^{-1}]^2\ [ML^{-3}]\ [L^{-1}\,MT^{-2}]^{-1}$$

ou

$$L^{-2-3+1}\,M^{1-1}\,T^{-2+2} = L^0M^0T^0$$

On pourra alors écrire, en remplaçant t par $2u$,

$$F = k\, p^{x+u}\, \rho^{y-u}\, l^z \left(\frac{V^2\rho}{p}\right)^u = k\, p^{x'}\, \rho^{y'}\, l^z \left(\frac{V^2\rho}{p}\right)^u$$

et la condition d'invariance devient

$$(LMT^{-2}) = (L^{-1}\,MT^{-2})^{x'}\,(ML^{-3})^{y'}\,L^z$$

qui donne

$$\left.\begin{aligned} 1 &= -x' - 3y' + z \\ 1 &= x' + y' \\ -2 &= -2x' \end{aligned}\right\} \text{ d'où } \begin{aligned} z &= 2 \\ y' &= 0 \\ x' &= 1 \end{aligned}$$

Mais les conditions d'homogénité ne peuvent donner aucun renseignement sur l'exposant u de l'invariant, qui peut prendre toutes sortes de valeurs. On obtient donc la loi

$$F = k.p.l^2.f\left(\frac{V^2\rho}{p}\right) \quad \text{ou} \quad k\,p\,S.f\left(\frac{V^2\rho}{p}\right).$$

(1) Comptes rendus Académie des Sciences, 3 avril 1944.

mais

$$\frac{p}{\rho} = RT \quad \text{et} \quad \mathcal{V}^2 = \gamma RT$$

en appelant γ la célérité du son ; on peut donc écrire

$$F = k.\ S.\ p.\left(\frac{V^2}{\mathcal{V}^2}\right)$$

ρ étant une fonction, non déterminée *a priori*, du rapport entre la vitesse de translation V et la célérité du son $\mathcal{V}$ dans l'air non perturbé.

Seule l'expérimentation pourra faire connaître cette fonction et pourra permettre d'étudier les formes d'ailes qui conviendront pour les très grandes vitesses.

Souffleries aérodynamiques à très grandes vitesses

Il est donc nécessaire et urgent de réaliser des souffleries aérodynamiques à très grandes vitesses (subsoniques et même supersoniques) de dimensions industrielles.

Les puissances dissipées, qui se réduiraient à l'énergie cinétique restante à la sortie si l'écoulement était isentropique, sont au contraire très élevées par suite des frottements et tourbillonnements. Elles deviendraient rédhibitoires pour les souffleries que nous envisageons, si l'on prétendait les utiliser en régime permanent continu.

La seule solution susceptible d'applications industrielles courantes est la soufflerie à succion, où une installation de pompage de puissance raisonnable réalise progressivement, dans un réservoir aval, une dépression qui permettra ensuite d'obtenir, à l'ouverture de clapets convenables, un courant d'air de puissance instantanée très élevée dans la soufflerie (1). Le débit constant qui correspond à un écoulement permanent pendant quelques secondes, nécessaire pour l'enregistrement d'une mesure, est assuré par la présence d'une section étranglée où la vitesse sonique est atteinte. Pour les essais à vitesses subsoniques, la section sonique sera située en aval de la chambre d'expérience ; leurs positions relatives seront inversées pour les essais aux vitesses supersoniques.

Cet essai de très courte durée exige l'enregistrement automatique des diverses forces qui immobilisent la maquette. Il ne pourrait d'ailleurs pas être question pour les expérimentateurs de rester dans une chambre d'expérience où la pression passe brusquement à la moitié de la pression atmosphérique, avec retour presque aussitôt à cette valeur.

Mais l'enregistrement est la seule méthode de

(1) Comptes rendus Académie des Sciences, 26 mai 1944, pp. 873, 889.

mesure admissible dans une soufflerie d'études sérieuse, et ce problème a déjà été résolu pour le cas des souffleries actuelles. Il consiste à attacher les fils de fixations de la maquette à des dynamomètres dont la déformation soit extrêmement faible pour ne pas modifier l'incidence de façon sensible, et dont les mesures soient transmises à distance et recueillies dans une installation d'enregistrement centralisée.

Ce double résultat a été obtenu au moyen de dynamomètres électrométriques (1) dans la soufflerie d'études, installés au Service des recherches de l'Aéronautique (2). La transmission électrométrique comporte de plus la possibilité de faire varier à volonté la sensibilité des dynamomètres, dans un domaine étendu, sans rien modifier à l'installation, en changeant simplement la valeur du potentiel influençant (3).

On a pu faire de l'électromètre, malgré sa réputation assez fâcheuse, un appareil de mesure utilisable industriellement sans difficultés, en réalisant un type spécial où sont éliminés les basculages perturbateurs (4). Il est d'ailleurs possible, pour des installations mobiles ou de stabilité mécanique insuffisante, d'utiliser des lampes-triodes électromètres et des oscillographes cathodiques.

Au total toutes les données sont réunies, qui permettent de réaliser les souffleries industrielles à très grandes vitesses que les progrès de l'aviation exigent de façon urgente pour l'étude des formes des avions de demain.

Sustentation et propulsion

Le procédé à adopter pour assurer leur propulsion pose une autre question essentielle.

En vol horizontal uniforme, le problème de la propulsion se confond avec le problème de la sustentation, puisque celle-ci est assurée par la translation horizontale des ailes.

L'avion est soumis, en dehors des forces exercées directement par l'air sur l'ensemble de ses surfaces (ailes, hélices et surfaces passives), à son poids P. Par conséquent, la résultante de toutes les forces exercées par l'air doit être égale et opposée à P. Autrement dit encore, l'ensemble des surfaces de l'avion doit imposer, aux molécules d'air qu'elles rencontrent pendant une seconde, une quantité de mouvement verticale, dirigée vers le bas et égale à P.

De cette quantité de mouvement globale, une partie se manifeste macroscopiquement dans les écoulements d'air dont l'énergie cinétique de translation se décoordonnera ultérieurement en énergie thermique par tourbillonnements et frottements. Une autre partie se décoordonne instantanément sur place en énergie thermique sans s'être manifestée macroscopiquement : c'est celle qui est produite par les forces de frottement superficiel des diverses surfaces.

La résultante de ces forces de frottement est peu éloignée de la direction de la translation, horizontale dans le cas qui nous occupe. On aura alors en première approximation, le résultat suivant relatif à la quantité de mouvement macroscopique fournie par l'avion à l'air pendant une seconde : elle a une composante verticale vers le bas, égale au poids total P de l'avion, et une composante horizontale vers l'arrière, égale à la résultante des forces de frottement, exercées par l'air sur l'ensemble des surfaces de l'avion.

Que la décoordination soit instantanée, dans le cas du frottement, ou qu'elle intervienne ultérieurement pour l'énergie cinétique macroscopique, la sustentation de l'avion se traduit toujours finalement par une certaine quantité d'énergie thermique W fournie à l'atmosphère par l'avion. Elle vient, à l'origine, de la combustion d'une certaine quantité de combustible, qui a d'ailleurs fourni une quantité d'énergie thermique $\mathfrak{W}$ plus grande que W, car à celle-ci, s'ajoute celle qui est transmise par simple transport de chaleur soit ($\mathfrak{W}$-W).

Puisque la sustentation exige que W prenne d'abord la forme d'énergie cinétique, cela semble exiger que la partie correspondante de $\mathfrak{W}$ soit d'abord transformée en travail mécanique susceptible de donner naissance à cette énergie cinétique coordonnée.

On est ainsi conduit à la solution classique du *groupe motopropulseur*, où le combustible est brûlé dans un moteur fournissant du travail à une hélice qui impose directement à l'air qu'elle brasse, de la quantité de mouvement horizontale vers l'arrière, et indirectement de la quantité de mouvement vers le bas par l'intermédiaire de l'aile qu'elle traîne.

On peut aussi envisager de pomper de l'air à l'avant pour l'évacuer vers l'arrière avec une vitesse d'écoulement relatif supérieure à la vitesse de translation de l'avion, c'est-à-dire en lui imposant de la quantité de mouvement absolue. C'est la propulsion par *machine à réaction*, dans laquelle intervient encore un moteur pour pomper et comprimer l'air que l'on veut ainsi expulser vers l'arrière.

Mais il faut remarquer qu'une troisième solution est possible, d'apparence assez paradoxale à première vue, qui consiste à obtenir de la quantité de mouvement au prix d'un simple transport

(1) Comptes rendus Acadmie des Sciences, juillet 1926, p. 112.
(2) Public. Scient. et Techn. du Ministère de l'Air, N° 5, REBUFFET.
(3) Notions d'Electrométrologie, par A. GUILLET et J. VILLEY. Gauthier-Villars, 1936.
(4) Comptes rendus Académie des Sciences, juin 1926, p. 1603.

de chaleur. C'est donc une orientation partielle de l'énergie cinétique d'agitation moléculaire. Celle-ci ne se peut concevoir — et c'est la base du principe de Carnot — que s'il intervient un facteur d'anisotropie, sans lequel l'énergie cinétique moléculaire ne peut pas perdre son caractère essentiel d'isotropie moyenne (1). Ce facteur d'anisotropie existe bien ; c'est l'écoulement relatif des filets d'air auxquels l'avion cédera de la chaleur. Effectivement, si nous représentons sur le diagramme de Clapeyron l'évolution de l'unité de masse d'air dans cet écoulement par rapport à l'avion, de son état A avant la perturbation, à son état B après celle-ci (A et B étant tous les deux sur l'horizontale qui représente la pression p_o à l'altitude considérée dans les régions non perturbées, et B ayant été porté, par le chauffage, à une température plus élevée que A, c'est-à-dire aussi à un volume spécifique plus grand), on voit que l'air aura acquis au cours de cet écoulement un supplément $\int -vdp$ d'énergie cinétique si la courbe AMB représentant l'évolution est située au-dessus de l'horizontale AB ; cela veut dire que l'air qui s'écoule était à une pression supérieure à p_o, lorsque lui a été fait l'apport de chaleur. La même conclusion apparaît aussi immédiatement sur le diagramme entropique, dont l'abscisse est l'entropie S de l'unité de masse, et l'ordonnée la température absolue T, si la courbe AMB qui représente l'évolution est située au-dessus de l'isobare ANB ($p=p_o$), la chaleur $\int TdS$ fournie à l'air (mesurée par la surface comprise entre AMB et l'axe des abscisses) est plus grande que l'augmentation d'enthalpie $C(T_B-T_A)$ (mesurée par la surface située au-dessous de ANB) ; elle a donc fourni à l'air un supplément d'énergie cinétique d'écoulement.

Ce résultat peut être obtenu en canalisant l'écoulement de l'air dans une tuyère, qui, aux vitesses subsoniques, comportera une entrée divergente et une sortie convergente, l'apport de chaleur étant fait par des brûleurs de combustible dans la région médiane à large section où le ralentissement de l'air s'est accompagné d'une augmentation de pression (2).

Nous désignerons cette troisième solution sous le nom de *propulsion thermique*.

Il y a lieu d'étudier comment se présentent ces trois solutions pour le problème qui nous occupe, c'est-à-dire la réalisation des très grandes vitesses. Nous le discuterons dans les grandes lignes, en utilisant la loi simple de proportionnalité des résistances aérodynamiques à ρV^2, bien qu'elle devienne alors une première approximation assez grossière.

(1) Ce sera le gradient de température, qui commande l'écoulement de chaleur d'une source chaude vers une source froide, au cours duquel on peut transformer en travail une partie de ce flux de chaleur ; ou bien se sera le mouvement même du piston, qui altère la symétrie du rebondissement des molécules et peut leur emprunter de l'énergie sous forme de travail macroscopique.

(2) Comptes rendus Académie des Sciences, janvier 1939, p. 52 ; février 1936, p. 461 et 638.

Groupe motopropulseur

Le groupe motopropulseur à combustion interne, qui est la seule solution pratique utilisée pour la propulsion des avions actuels, devient impuissant pour atteindre des vitesses beaucoup plus élevées.

On le fait apparaître immédiatement en observant que, pour un avion et un moteur donnés, on a, en face d'une puissance motrice limitée au maximum obtenu, à pleine admission, à la vitesse de rotation permise sans danger, une puissance absorbée par les résistances aérodynamiques qui croît proportionnellement au cube V^3 de la vitesse : d'où les plafonds de vitesse actuels, très difficiles à élever.

A dire vrai, cette argumentation aboutit à une conclusion dont le pessimisme est exagéré, car, l'avion considéré portera une charge totale proportionnelle à V^2 et par conséquent peut porter un moteur de poids croissant proportionnellement à V^2 si l'on admet de consacrer à celui-ci une fraction constante de la charge totale, ou même plus vite que V^2 si l'on se contente par exemple de maintenir la même charge utile. La puissance propulsive croîtra alors proportionnellement à V^2, ou même plus vite, si l'on suppose que la puissance massique des moteurs reste approximativement la même et que l'on sache conserver le même rendement aux hélices. Elle croît toutefois moins vite que proportionnellement à V^3, et la limitation des vitesses accessibles subsiste, bien que moins brutale qu'elle semblait l'être à première vue.

Le moteur à combustion interne rencontre d'ailleurs un autre obstacle, encore plus absolu. Nous avons vu, en effet, la nécessité de réaliser les très grandes vitesses dans l'air très raréfié des hautes altitudes. La puissance absorbée par les résistances aérodynamiques y diminue bien, pour une vitesse donnée, proportionnellement à la densité de l'air (1), mais la puissance propulsive fournie par le moteur, tend vers zéro lorsque la puissance brute, qui décroît approximativement suivant cette même loi, est totalement absorbée par les frottements intérieurs au moteur. La suralimentation artificielle ne peut qu'éloigner un peu, péniblement et à prix élevé, la limitation d'altitude qui en résulte, et la limitation qu'elle en-

(1) Ou plus exactement à la pression pour une valeur donnée de la vitesse réduite V/γ ; mais nous raisonnons avec l'approximation ρV^2.

traîne dans la poursuite des vitesses très élevées.

Le moteur à vapeur évite ce nouvel obstacle, et il est assez vraisemblable qu'il pourrait, aux altitudes élevées, entrer utilement en concurrence avec les moteurs à combustion interne. Il n'en partage pas moins avec eux le défaut fondamental de posséder une puissance limitée, en face de la puissance absorbée qui augmente rapidement avec la vitesse.

Il semble peu douteux que le groupe motopropulseur soit arrivé, avec les vitesses actuelles atteintes par les avions les plus rapides, à la limite de ses possibilités. Les vitesses beaucoup plus grandes que nous ambitionnons d'atteindre, exigeront d'autres solutions.

Machine propulsive à réaction

La propulsion par réaction n'a joué aucun rôle jusqu'ici, parce qu'elle comporte, aux vitesses peu élevées, des rendements extrêmement bas.

Le rendement est le produit du rendement thermique θ (rapport entre l'énergie cinétique d'écoulement relatif créé et l'énergie chimique initiale du combustible brûlé) par le rendement de propulsion π.

Si la masse M d'air est expulsée par seconde à l'arrière avec la vitesse relative V + W, la poussée motrice est égale à M W, et la puissance utile est par conséquent M. W. V. ; on perd en même temps dans l'atmosphère, l'énergie cinétique absolue $1/2$ M W^2. Le rendement de propulsion est alors

$$\pi = \frac{M\,W\,V}{M\,W\,V + \frac{1}{2} M\,W^2} = \frac{1}{1 + \frac{1}{2}\frac{W}{V}}$$

Pour avoir des poussées motrices suffisantes M.W., la masse M d'air utilisable par seconde étant limitée (1), il faut lui donner une vitesse absolue W considérable ; alors le rendement de propulsion π ne devient notable que pour des vitesses de translation V très grandes.

Par ailleurs, pour avoir de bons rendements thermiques

$$\theta = \frac{M\,W + \frac{1}{2} M\,W^2}{Q} = \frac{\frac{1}{2} M\,(V + W)^2 - \frac{1}{2} M\,V^2}{Q}$$

on voit, en assimilant l'écoulement dans la machine à réaction à un écoulement de gaz inerte qui y recevrait, d'une source extérieure, la quantité de chaleur Q (égale à la quantité d'énergie chimique détruite en réalité dans le gaz lui-même) qu'il faut, dans le diagramme entropique, élever la courbe AMB représentant l'évolution, notablement au-dessus de l'isobare ANB ($p = p_0$). La machine propulsive comprend donc un moteur où l'on emploie une partie de l'énergie fournie par le combustible à élever de façon notable la pression de la masse principale d'air.

La machine propulsive partage donc avec le moteur classique, le défaut grave de ne faire travailler qu'une masse d'air déterminée par seconde, qui dépend du régime de marche admissible pour le compresseur et nullement de la vitesse de translation V de l'avion.

Toutefois la comparaison de la machine propulsive à réaction et du groupe moto-propulseur, améliorera progressivement le classement de la première, par rapport au second lorsque l'on envisagera des vitesses V de plus en plus élevées, car le rendement de propulsion π va alors en croissant, tandis que le rendement d'une hélice a bien de la peine à rester à peu près constant.

Des réalisations récentes semblent manifester que, déjà aux grandes vitesses actuellement atteintes, la machine à réaction peut concurrencer le groupe motopropulseur, auquel cas elle le surclasserait de plus en plus à mesure que l'on envisagerait des vitesses V de plus en plus grandes. Elle semble ainsi pouvoir atteindre des vitesses inaccessibles au groupe motopropulseur.

Tuyères thermo-propulsives

Mais, pour les très grandes vitesses, la tuyère thermo-propulsive est appelée à l'emporter sans conteste, grâce au fait qu'elle utilise par seconde, en la découpant dans l'atmosphère par sa section d'entrée, une masse d'air M proportionnelle à la vitesse V de l'avion ; de plus, à l'augmentation progressive du rendement de propulsion π, se superpose une augmentation progressive du rendement thermique θ car, à l'énergie cinétique relative d'entrée $\frac{1}{2}$ MV^2 croissante, correspond une augmentation de pression croissante dans le divergent d'entrée.

On obtient ainsi une augmentation de rendement total à peu près proportionnelle en première approximation à V^2, ce qui, joint à l'augmentation proportionnelle à V de la masse d'air traitée, aboutit à une augmentation de la puissance motrice proportionnée à V^3. C'est la même loi que celle de l'augmentation de la puissance absorbée par les résistances aérodynamiques, par conséquent, une fois qu'on a réussi à rendre l'une égale à l'autre, ce résultat sera conservé à toutes les vitesses ; on a donc bien là le mode de propulsion susceptible de s'adapter à des vitesses indéfiniment croissantes.

Ce n'est pas là le résultat d'un hasard heureux. On n'a plus en réalité un moteur, qui s'adapterait providentiellement à ce que l'on désire de lui pour

(1) L'emploi de trompes n'apporte qu'une amélioration très limitée, d'ailleurs au prix de décoordinations qui abaissent les rendements.

vaincre les résistances aérodynamiques de l'avion qu'il traîne, on a simplement introduit de nouvelles forces aérodynamiques, qui ont cette particularité d'être dirigées vers l'avant et de pouvoir ainsi compenser celles qui résistent à l'avancement de l'avion. Elles réalisent ensemble une traînée nulle ; et ce résultat a été obtenu par des apports de chaleur que l'avion cède aux filets d'air qui circulent au voisinage de sa surface, dans des endroits convenables, qui sont ceux où la pression a augmenté grâce à des augmentations de section des filets.

Comme les composantes résistantes, les composantes aérodynamiques propulsives varient proportionnellement à la densité (ou plutôt à la pression) de l'air, et la tuyère propulsive ignore l'obstacle absolu que rencontrent, du fait de leurs résistances passives intérieures, le moteur de groupe motopropulseur ou la machine propulsive à réaction, lorsque l'on cherche à atteindre les altitudes où l'air est très raréfié. La traînée reste nulle à toute altitude.

Si l'on songe à la réduction considérable de poids, de prix de revient et de temps de construction que représente la suppression du moteur et de toute machine, si l'on envisage en même temps les gains commerciaux, la réduction considérable de la durée des traversées par la réalisation de vitesses inaccessibles au groupe motopropulseur, on peut prédire à la propulsion thermique un développement exceptionnel qui réalisera une révolution complète dans l'aviation à grandes distances.

Jean VILLEY, *Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.*

LA SURÉVOLUTION POST-EMBRYONNAIRE ET LES LOIS DE L'ONTOGÉNIE

La notion de surévolution

La notion de surévolution, c'est-à-dire d'apparence de retour vers des formes primitives succédant aux formes évoluées dans la vie des phylums ou des individus, s'est révélée très féconde dans l'étude des Gymnospermes.

Trois lois principales qu'on peut appeler : loi de Pavlow, de Serres-Fritz-Muller et de Mazenot rendent compte de la plupart des faits d'ontogénie, suivant que l'espèce (ou le caractère) est dans sa phase primitive, évoluée ou surévoluée. Je rappelle ces trois lois.

Loi de Pavlow. — Quand l'espèce est au début de l'évolution du phylum, ses formes de jeunesse annoncent l'évolution future. Le jeune est évolué, l'adulte est primitif.

Loi de Serres-Fritz-Muller. — Quand l'espèce représente un stade évolué du phylum, ses formes de jeunesse sont simplement intermédiaires entre l'embryon et l'adulte qui est évolué comme le jeune (1).

Loi de Mazenot. — Quand l'espèce représente un stade surévolué du phylum, les formes de jeunesse sont évoluées et la forme adulte est surévoluée. Donc ici l'adulte est plus évolué que le jeune et présente, avant le jeune, l'apparence du retour ancestral au cours de l'évolution du phylum.

J'ai indiqué de nombreuses applications de ces lois à propos des Gymnospermes : grâce à leur emploi, l'étude des Cycadales, par exemple, s'est trouvée transformée et bien des difficultés ont trouvé leur solution. Je rappelle que par une représentation graphique, j'ai matérialisé la conception d'un antagonisme entre une influence sexuelle ou ancestrale et une influence végétative ou évoluée. Trois graphiques rendent compte des trois lois (voir sur la figure des courbes R_1, R_2, R_3).

Mais, comme toujours en biologie, la réalité n'est pas simple et des difficultés d'application se présentent.

Germination épigée ou hypogée

J'ai signalé la difficulté qui pouvait se produire à propos des cotylédons (1). Font-ils partie de l'embryon ou font-ils partie du jeune ?

Les travaux de Mlle de Ferre (2) sur divers groupes de Conifères font apparaître des caractères évolués chez les cotylédons. Dans les cas qu'elle a étudiés, les cotylédons paraissent donc faire partie du jeune et non de l'embryon, au moins à partir du moment où ils sortent de terre. Tous les exemples étudiés correspondent, en effet, à la germination épigée.

La question se complique quand il y a germination hypogée. Ce type existe chez une Abiétacée :

(1) La loi est en général énoncée sous la forme : l'ontogénie retrace les étapes de la phylogénie. L'énoncé donné ici est en rapport avec celui des deux autres lois.

(1) Jeunesse et évolution. *Revue générale des Sciences*, 1937, pp. 293-299, Paris.

(2) FERRE (Mlle Y. de) : Cotylédons et évolution chez les Abietinées. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, 1939, pp. 299-324 et *Trav. du Labo. forest. de Toulouse*, t. I, vol. III, art. VII, 1939 ; Id. : Cotylédons et évolution chez les Cupressinées. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, 1942 et *Trav. Lab. for. Toulouse*, t. I, vol. III, art. XVI, 1942, 18 p.

Keteleeria, chez certains *Araucaria*, chez *Cephalotaxus*, chez *Torreya*, chez les *Ginkgo* et les Cycadées.

Dans son ouvrage de phylogénie sur les Abiétinées, Mlle Flous (1936) (1) avait admis que la germination hypogée était primitive. Elle suivait l'opinion de Pirotta et considérait que les Ginkgos et Cycadées étaient primitifs. C'était la conception généralement admise au moment où elle écrivait. Les opinions sur la surévolution ont changé la position à ce sujet, et beaucoup de Cycadées, le Ginkgo, *Torreya* sont considérés comme surévolués et non comme primitifs. Mais cela ne prouverait pas grand chose pour la question du caractère évolué ou primitif de la germination hypogée. Un argument intéressant est le fait que les cotylédons de *Ginkgo* qui restent enfermés dans la graine, possèdent des stomates. Cela semble prouver que les ancêtres avaient des cotylédons fonctionnels comme feuilles, donc que la germination hypogée vient après la germination épigée pour le degré évolutif de *Ginkgo*. Il en est sans doute de même dans les autres cas. Ce premier point modifie l'opinion sur la place de *Keteleeria* dans le groupe des Abietacées (2).

Voilà donc admis que la germination hypogée est évoluée chez les Gymnospermes. Dans ces conditions, il semblerait normal que les premières feuilles que porte la tigelle fussent de type évolué. Cela paraît le cas chez les Cycadales et la question a été étudiée ailleurs (3), mais chez les autres, les premières feuilles ont, au contraire, nettement l'allure primitive par rapport aux feuilles adultes. Voyons quelques exemples :

Chez *Keteleeria*, Hickel (1911) (4), décrit l'axe épicotylé qui « se développe verticalement et appa-« raît à la surface du sol avec un aspect qui rap-« pelle singulièrement une asperge minuscule. Il « reste blanc jusqu'au moment où aux écailles « de la base succèdent des feuilles de plus en plus « longues, de plus en plus normalement consti-« tuées. »

Or, il est maintenant bien établi que l'écaille est plus primitive que l'aiguille chez les Abiétinées. Voilà donc *Keteleeria* évolué par sa germination et primitif par ses premières feuilles, ce qui est étrange.

Anatomiquement se produit le même phénomène pour certains caractères. Chez *K. Fortunei* par exemple, la feuille adulte est haplostélée, donc évoluée, alors que la feuille jeune est diplostélée, donc primitive. Le ramule adulte est glabre ou légèrement pubescent, caractère évolué, alors que les ramules du jeune sont fortement pubescents, donc primitifs ou à apparence primitive. Par contre, pour d'autres caractères, le jeune est plus évolué que l'adulte suivant la loi générale. Ainsi la feuille jeune est plus longue et moins pourvue de sous-épiderme que l'adulte.

Il semble donc que le jeune soit en position instable : plus évolué que l'adulte pour certains caractères, à apparence plus primitive pour d'autres.

Chez *Araucaria imbricata* la plantule présente le curieux caractère du renflement radiculaire à rôle nutritif, ce qui est un argument pour considérer ce type de germination comme évolué. La gemmule « sort de terre avec des écailles foliaires « courtes, triangulaires, très aiguës, qui passent « graduellement à l'état de feuilles longues »... (Hickel).

Ici encore nous trouvons la germination évoluée (1) et les premières feuilles primitives.

Chez *Cephalotaxus*, la germination est demi-hypogée et le premières feuilles ont aussi un type plus primitif que les suivantes.

Chez *Torreya*, la germination est hypogée. « La « gemmule, pointue, blanche, sort de terre avec « l'aspect d'une petite asperge. Elle porte à sa « base de petites écailles à pointe sèche brune, « dont les premières sont opposées, et qui se trans-« forment plus ou moins graduellement en feuilles « normales». (Hickel).

Chez *Ginkgo*, nous avons vu que les cotylédons ont des stomates, ce qui implique une germination évoluée. La gemmule porte quelques « écailles très espacées, tronquées... » donc des feuilles primitives.

A part les Cycadées, encore mal connues et où intervient parfois la surévolution de l'adulte, les autres cas comportent une germination évoluée et des premières feuilles primitives. Cela ne paraît explicable par aucune des trois lois citées au début de cette étude.

Dans *Keteleeria*, par exemple, l'adulte est évolué et non surévolué, on est donc dans la courbe 2 et on ne comprend pas que l'embryon évolué à la fin de sa carrière, puisse donner un jeune primitif et un adulte évolué.

(1) Classification et évolution d'un groupe d'Abiétinées. *Thèses Sciences Toulouse* 1936 et *Trav. Lab. forest. de Toulouse*, t. I, vol. II, art. XVII.

(2) Voir : Mlle Y. de FERRE et H. GAUSSEN : Le rameau phylétique : *Pinus Pseudolarix*, *Keteleeria*. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, 1945 et *Trav. du Lab. forest. de Toulouse*, t. I, Vol. IV, art. VIII.

(3) GAUSSEN (H.) : Les Gymnospermes actuelles et fossiles. (Fasc. II), 1 vol. 104 p., 55 fig. 3 pl. h. t., *Trav. Labo. forest. de Toulouse*, t. II, Sect. I, Vol. I, Toulouse 1944.

(4) HICKEL (R.) : Graines et plantules des arbres et arbustes indigènes et communément cultivés en France. Première partie : Conifères. 1 vol. 183 p., 93 fig., 1911 et *Bull. Soc. dendrol. de France*.

(2) L'idée que la germination d'*Araucaria* est évoluée est admise par BOUREAU (1938). Recherches anatomiques et expérimentales sur l'ontogénie des plantules des Pinacées et ses rapports avec la Phylogénie. *Thèses Sciences Poitiers. Ann. des Sc. nat. Botanique*, IIe Série, 1939, pp. 1 à 219, Paris.

La surévolution postembryonnaire

Une première question à clarifier est celle de la limite entre l'embryon et le jeune. Quand la germination est épigée, il paraît normal de considérer que la vie autonome des cotylédons une fois sortis de terre, doit les faire entrer dans la phase de jeunesse. Dans la germination hypogée, au contraire, la vie embryonnaire se poursuit sous terre au moyen des réserves accumulées et seule la partie aérienne ouvre la phase de jeunesse (1). On peut donc considérer une sorte de prolongement de la vie embryonnaire qui fait passer l'embryon de la phase primitive avec rappel des caractères ancestraux à un type évolué. Sur les courbes, l'embryon franchit le premier panneau pour entrer dans le second, comme dans la courbe R_3.

Ceci étant admis, considérons une courbe intermédiaire entre R_2 et R_3, que nous appellerons R_2', telle qu'une partie de la courbe résultante passe dans le secteur surévolué et que la partie correspondant à l'adulte soit dans le secteur évolué.

Suivons la courbe R_2' : L'embryon débute par une phase primitive comme tous les embryons, mais il possède ensuite une phase évoluée. Le jeune appartient à la phase surévoluée et a donc l'apparence d'une structure primitive, puis il perd peu à peu ce caractère pour passer à l'adulte qui a le caractère évolué.

Il y a donc une « surévolution postembryonnaire », et on voit que cette particularité explique fort bien les cas signalés ci-dessus.

Alors que les Cycadées atteignent parfois la courbe R_3, les *Ginkgo* et autres genres ou espèces cités ci-dessus, obéissent aux conditions représentées par la courbe R_2'.

Pour donner un texte s'intégrant dans la série des énoncés des lois de Pavlow, etc., on peut intercaler avant la loi de Mazenot, la loi suivante :

Quand l'espèce représente un stade intermédiaire entre le milieu et la fin du phylum, l'embryon possède le caractère évolué à la fin de son développement, le jeune est surévolué présentant une apparence de caractère primitif, l'adulte est évolué.

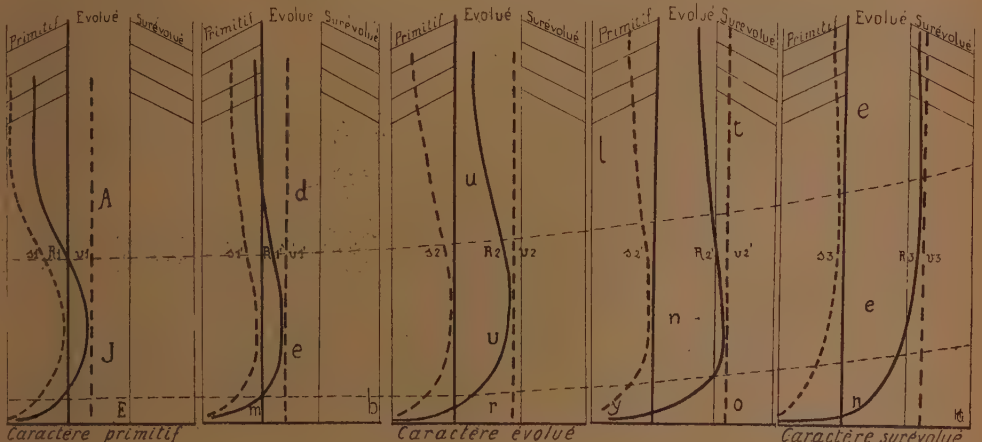

FIG. 1. — *Caractères de l'évolution individuelle au cours du développement du phylum.*

Chaque courbe représente l'évolution d'un individu ou d'un caractère de l'individu. Dans chaque courbe ce qui est à gauche de l'axe vertical en trait plein représente l'état primitif ; ce qui est à droite de l'axe vertical en trait fin représente l'état surévolué ; ce qui entre deux axes représente l'état évolué. La courbe en trait tireté appelée S représente l'influence sexuelle ou ancestrale, la droite en trait tireté appelée V représente l'influence végétative ou évolutative, la courbe en trait plein appelée R représente l'évolution de l'individu ou du caractère durant la vie de l'individu et est établie comme résultante des courbes S et V.

Dans ce cas, et sans doute d'une façon très fugace, la surévolution apparaît chez le jeune et n'existe pas chez l'adulte. Dès qu'on arrive à la courbe R_3, la loi de Mazenot reprend sa valeur.

On voit combien la représentation graphique proposée est parlante. Elle permet une explication satisfaisante des diverses difficultés qui se présentent dans l'interprétation des caractères.

Il est bon de faire remarquer que l'influence sexuelle et l'influence végétative ne sont pas réparties de la même façon dans tous les organes de la plante. Dans une espèce justiciable en moyenne de la courbe R_2, par exemple, certains caractères peuvent encore obéir à la courbe R_1 parce que les organes qui les portent sont riches en influence sexuelle, d'autres peuvent déjà connaître le type R_2'.

La complication est une règle dans les faits

(1) Ce passage d'organes de jeunesse vers l'embryon par évolution plus poussée est en somme homologue de la tendance évolutive qui fait rester le jeune lié à sa mère d'autant plus longtemps que le groupe est plus évolué. Ici, il est lié aux réserves accumulées par sa mère.

biologiques. Il ne suffit évidemment pas qu'une interprétation soit compliquée pour être exacte, mais quand elle rend compte des faits, c'est une présomption d'exactitude.

Les considérations ci-dessus au sujet de l'état d'évolution de la fin de la vie embryonnaire, permettront d'éclairer des cas difficiles. Il arrive souvent, en effet, que le jeune soit évolué et l'adulte primitif. Or, ce caractère primitif de l'adulte peut n'être qu'une apparence primitive et être en réalité surévolué. Nous pouvons être dans la courbe R_1 ou dans la courbe R_3. Comment choisir ?

On a parfois des raisons de considérer que l'espèce est au début de l'évolution du phylum ou, au contraire, à la fin ce qui permet de choisir entre R_1 ou R_3. Mais il arrive que le problème soit renversé et qu'on veuille par l'étude de l'ontogénie, avoir une idée de la place de l'espèce dans le phylum. La différence essentielle entre R_1 et R_3, pour celui qui ne sait pas distinguer un caractère primitif d'un caractère surévolué chez l'adulte, réside dans le passage de l'embryon au jeune. Dans R_1 l'embryon est primitif et le jeune évolué ; dans R_3, l'embryon prolonge son existence après avoir été primitif comme tous les embryons, il met plus longtemps à passer à la phase de jeunesse et présente une période à caractères évolués. Quant au jeune, suivant qu'on est dans le type R_2, ou R_3, il a des caractères à apparence primitive (surévolués) ou, au contraire, il est évolué passant plus ou moins vite au caractère surévolué.

Il ne sera pas toujours facile dans la pratique d'analyser le degré d'évolution des caractères à la fin de la vie embryonnaire, mais théoriquement tout au moins on peut choisir entre la courbe R_1 et la courbe R_3.

Les principales difficultés en ces problèmes, résultent de notre ignorance. Dans un groupe comme les Cycadées actuelles qui compte environ 70 espèces, et pour lequel j'ai fait une bibliographie poussée, je n'ai pu connaître la forme des feuilles primordiales que pour une douzaine d'espèces. Il n'est pas question de connaître les derniers stades de l'embryon en dehors de deux ou trois espèces. On comprend toutes les incertitudes auxquelles on se heurte faute de documentation précise.

Les premières phases de l'évolution

De même que la courbe R_2', intermédiaire entre R_2 et R_3 a donné des explications intéressantes, pour les espèces très évoluées mais non surévoluées, de même on peut voir ce qui caractérise les espèces qui ne sont plus primitives, et pas encore nettement évoluées. Elles sont justiciables d'une courbe intermédiaire entre R_1 et R_2 qui sera appelée R_1'.

Dans la courbe R_1' la différence avec R_1 réside dans le fait que l'adulte commence à être évolué puis devient primitif alors que dans R_1 il est toujours primitif. La différence avec R_2 réside dans le fait qu'après avoir été évolué l'adulte redevient primitif alors que dans R_2 il est toujours évolué.

Il est intéressant de voir des exemples du type R_1'. On les trouve chez les espèces où, entre le jeune et l'adulte fertile, se loge une période d'adulte stérile. Le cas existe chez les Sapins *(Abies)*. La plante acquiert le type adulte avant d'avoir des organes reproducteurs fertiles et même chez l'arbre fertile les rameaux inférieurs stériles sont soustraits à l'influence ancestrale des hormones sexuelles. On a ici des organes stériles évolués et manifestement adultes alors que les organes fertiles sont primitifs.

Pour donner un texte s'intégrant dans la série des énoncés des lois de Pavlow, etc., on peut intercaler après la loi de Pavlow, la loi suivante :

Quand l'espèce représente un stade intermédiaire entre le début et le milieu du phylum, le jeune est évolué et l'adulte présente une phase ou une partie stérile à caractère évolué et une phase ou une partie fertile à caractère primitif.

Les divers types d'ontogénie

Dans le groupe des Abiétinées, nous voyons ainsi des exemples des divers types d'ontogénie.

Le genre *Pinus* correspond à la courbe R_1'. embryon primitif, jeune évolué, adulte entièrement primitif. Le retour au type primitif se fait de façon très précoce puisque, souvent la première année, on voit à l'aisselle des feuilles de jeunesse évoluées se former des rameaux nains à pseudophylles primitives.

Les genres *Cedrus* ou *Larix* correspondent à une courbe R_1 à retour vers le caractère ancestral moins rapide. Les rameaux nains n'apparaissent plus dans les organes végétatifs et les rameaux demi-longs à bouquets de feuilles n'apparaissent pas avant la deuxième année.

Le genre *Abies* correspond à une courbe R_1'. Les rameaux stériles sont évolués comme le jeune et les rameaux fertiles seuls reviennent aux caractères ancestraux.

Le genre *Pseudotsuga* correspond à la courbe R_2 au moins pour son appareil végétatif car, même au voisinage des organes reproducteurs, les caractères des feuilles sont évolués.

Le genre *Keteleeria* correspond à la courbe R_2', avec des modalités diverses suivant les espèces. Les cotylédons hypogés et évolués, font partie de l'embryon qui se termine ainsi par une phase évoluée. Le jeune a l'allure primitive et possède des caractères de surévolution, l'adulte prend plus ou moins rapidement suivant les espèces, le caractère évolué.

Il n'y a pas de genre plus évolué que *Keteleeria*,

dans le groupe des Abiétinées. Le phylum est donc en plein épanouissement ainsi qu'il sied à un groupe dont les genres les plus primitifs *(Pinus, Cedrus)* datent du Crétacé ou, au plus tôt, du Jurassique.

D'autres exemples d'ontogénie pourraient être étudiés chez les Cycadées. Le défaut de documentation ne permet pas de préciser la question d'aussi près que chez les Abiétinées. Mais à côté de certains *Zamia* restés primitifs et justiciables de la courbe R_1, on trouve des *Dioon* évolués représentés par la courbe R_2 et des formes surévoluées justiciables de la courbe R_3, par exemple *Cycas* et *Microcycas*. Ce dernier présente une forte surévolution même dans son appareil gamétophyte (nombreux spermatozoïdes dans un même tube pollinique).

Les Cycadées présentent même peut-être des cas justiciables d'une courbe R_4 exagération de R_3 où la surévolution ramène non pas à l'apparence du type primitif du phylum mais à l'apparence du type primitif des ancêtres du phylum, ici le type filicoïde. Cela paraît le cas des genres *Bowenia* et *Stangeria*.

Le groupe des Cycadées paraît donc arrivé au terme de son évolution et présente toute la gamme des possibilités ontogéniques. Cette position du groupe se comprend, car il date de l'aurore des temps secondaires et est nettement plus ancien que les Abiétinées.

CONCLUSION

Il est inutile de donner d'autres exemples. On n'a encore que les grandes lignes de la solution du problème ontogénique, mais plus on entre dans le détail de la question, plus l'idée de l'antagonisme d'une influence sexuelle ancestrale et d'une influence végétative évoluée se révèle féconde.

Je me suis volontairement astreint à étudier un seul groupe à fond, mais il est bien évident que les lois indiquées ont une portée générale et je rappelle que le groupe dont l'évolution est la mieux connue, celui des Ammonites obéit manifestement aux lois ontogéniques énoncées au début de cet exposé. L'étude des Gymnospermes est rénovée par l'emploi de ces conceptions, nul doute que celle des autres groupes n'ait profit à les mettre à l'épreuve.

H. GAUSSEN.
Prof. à la Fac. des Sciences de Toulouse.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 4 Janvier 1944

E. Esclangon : *Sur l'influence de l'expansion de l'univers et l'absorption internébulaire dans le dénombrement, par magnitudes, des nébuleuses spirales.* La représentation des observations est compatible avec l'existence d'une absorption internébulaire, cette absorption s'imposant absolument si la vitesse de fuite devait être regardée comme inexistante. — **C. Pierre** : *Remarques arithmétiques en connexion avec le dernier théorème de Fermat.* — **V. Thébault** : *Sur la géométrie du tétraèdre.* — **M. Bayard** : *Correspondance des fonctions de fonctions dans des transformations fonctionnelles définies par généralisation de la transformation de Laplace.* — **N. Manson** : *Sur le calcul thermodynamique des caractéristiques des ondes explosives dans les mélanges gazeux.* — **O. Costa de Beauregard** : *Sur la théorie des milieux doués d'une densité de moment cinétique propre.* — **G. Petiau** : *Sur la représentation des interactions massiques par l'intermédiaire des ondes longitudinales de la théorie de la particule de spin 2 $(h/2\pi)$* : L'interaction entre deux corpuscules de spin $1/2$ $(h/2\pi)$ (électrons, protons) par l'intermédiaire d'un champ de corpuscules de spin $2\,(h/2\pi)$ (gravitons) permet d'obtenir un élément de matrice identique à celui que l'on obtient à partir d'un potentiel quasi-newtonien. — **Durand** : *Sur dix relations conséquences des équations du second ordre de Dirac.* — **H. Camichel** et **A. Dauvillier** : *Sur le satellite de Neptune.* Les caractéristiques du satellite de Neptune s'expliqueraient dans la théorie des planètes jumelles de A. Dauvillier en associant ce satellite avant capture par Neptune à la planète Pluton. Ce cas serait à rapprocher de Titan qui, avant capture par Saturne, aurait été associé à la planète d'Olbers fragmentée depuis. — **Vernotte** : *Formes diverses de l'équation de la chaleur. Equation intrinsèque.* — **L. Grillet** : *Arc alternatif intermittent à polarité constante.* — **J. Terrien** : *Mesure photo-électrique des facteurs de transmission et de réflexion régulières.* — **A. Roudier** et **E. Vassy** : *Influence de l'humidité dans l'action du mercure sur les émissions photosensibles.* — **J. Dufay** et **P. Flajolet** : *Relations entre l'activité solaire et les perturbations de la déclinaison magnétique à Lyon.* — **P. Pluvinage** : *Le régime de l'ionisation à l'intérieur d'un nuage électriquement neutre.* — **G. Morel** : *Le développement du mildiou sur des tissus de vigne cultivés in vitro.* — M^lle **M. Friant** : *Le télencéphale du Da-*

man. — **M. Raymond-Hamet** : *Sur les effets tenseurs et respiratoires de la bufoténine basique dissoute dans le diméthyl-acétonyl-carbinol.*

Séance du 10 Janvier 1944

P. Pascal : *Anomalies diamagnétiques en relation avec des contraintes structurales.* — **E. Chatton** et **R. Hovasse** : *Sur les premiers stades de la cnidogenèse chez le Péridinien Polykrikos Schwarzi. Leurs rapports avec les dictyosomes.* — **A. Fortier** : *Sur les fluctuations de pression dans les conduites industrielles.* — **C. Cailliatte** : *Sur l'effet cylindrique dans la variation d'éclat de l'astéroïde* (433) *Eros.* Cet astéroïde se présenterait sous la forme d'un cylindre à bouts arrondis. — **L. Callou** : *Au sujet des deux nouvelles unités secondaires métriques.* Un système plus cohérent et plus souple que le système actuel s'obtiendrait en ajoutant aux unités secondaires actuelles le spat (10^{-12} mètres) et le stigma (10^{-12} mètres). — **P. Vernotte** : *Sommation par des représentations empiriques des séries lentement convergentes rencontrées en physique mathématique (rectification de valeurs classiques incorrectes).* — **M. Parodi** : *Propagation d'ondes élastiques planes dans un milieu hétérogène.* La propagation des ondes élastiques harmoniques dans un solide indéfini hétérogène satisfait à l'équation du quadripole comme les ondes électriques dans une ligne quelconque. — **P. Grivet** : *Nouvelle méthode pour calculer les propriétés des résonateurs électro-magnétiques.* — **R. Warnecke** et **J. Bernier** : *Génération électronique d'ondes électro-magnétiques dans un résonateur creux.* — **H. Triché** : *Représentation ionique du méthane.* — **E. Audibert** : *Sur l'inflammation des mélanges grisouteux par élévation de la température.* — Mme **B. Chauchard** et **P. Chauchard** : *Retentissement d'actions électriques nerveuses centrales sur l'excitabilité viscérale.* — **A. Peyron, L.** et Mme **L. Salomon** et **M. Bagros** : *Action modératrice exercée par le venin de crapaud sur l'amaigrissement provoqué par la thyroxine chez le cobaye.* — **J. Lavollay, J. Sevestre** et **J. Dussy** : *Sur la présence de catéchines dans un certain nombre d'espèces végétales alimentaires.* L'oxydation au cyanidol a permis de caractériser les catéchines dans un grand nombre d'espèces végétales à des taux très faibles. — **D. Bertrand** : *Sur la diffusion du lithium chez les animaux.* — **J. Roche** et **M. Mourgue** : *Action de la papaïne et de la pepsine sur la caséine et position de la leucine et de la valine dans les molécules protéiques.*

Séance du 17 Janvier 1944

M. Caullery : *Notice nécrologique sur Louis-Eugène Bouvier* (1856-1944). Biographie de L.-E. Bouvier. Importance de ses travaux sur les mollusques, les cétacés, les crustacés, les pycnogonides, les onychophores et de son enseignement de l'entomologie au muséum. — **A. De Gramont** et **J. Barraud** : *Sur un mode de reproduction d'états superficiels au moyen de décharges électriques.* — **V. Thébault** : *Sur la géométrie du quadrilatère complet.* — **P. Humbert** : *Une nouvelle correspondance symbolique.* — **J. Gilly** : *Sur une extension de la théorie de la composition de première espèce.* — **H. Poncin** : *Sur l'écoulement des fluides qui présentent une surface libre à pression constante.* — **O. Yadoff** : *Influence des champs électriques sur le raffermissement des jets d'eau à haute pression.* — **L. Malavard** : *Sur la solution rhéoélectrique de questions de représentation conforme et application à la théorie des profils d'ailes.* — **E. Arnous** : *Utilisation de la fonction caractéristique de Laplace en mécanique ondulatoire, pour condenser le principe des valeurs propres et le principe de décomposition spectrale en un principe unique de quantification.* — **J. Cayrel** : *Sur le rendement énergétique d'un circuit oscillant excité par un courant continu périodiquement interrompu.* — **M. Delattre** : *Sur la marche en parallèle de plusieurs cellules photoélectriques au sélénium dites à couche d'arrêt.* — **F. Raymond** : *Remarques sur les coordonnées symétriques de Fortescue.* Les coordonnées symétriques de l'électrotechnique se rattachent aux changements de coordonnées de la géométrie unitaire. — **J. Gosselin** : *Sur les caractéristiques internes des machines à courants alternatifs et sur un dispositif permettant leur mesure directe.* — **P. Bonet-Maury** : *Titrage photocolorimétrique de faibles quantités d'eau.* — **C. Duval** : *Dosage de la silice.* Description de trois méthodes gravimétriques partant d'un précipité de silicomolybdate d'hexaméthylène-tétramine. — **C. Dufraisse,** Mlle **M.-T. Mellier** et **G. Ragu** : *L'union labile de l'oxygène au carbone. Influence des substituants en α ; cas du méthyle.* — **R. Paul** : *Sur quelques dérivés chlorés du tétrahydropyranne.* — Mlle **A. Dusseau, A. Fardy** et **H. Hitier** : *Nicotiana polyploïdes : espèces tétraploïdes et hybrides interspécifiques amphidiploïdes obtenus par l'action de la colchicine.* — **A.-R. Prévot** et **M. Raynaud** : *Recherches sur la substance toxique soluble de Clostidium sporogènes.*

Séance du 24 Janvier 1944

G. Julia : *Notice sur la vie et l'œuvre de M. David Hilbert.* — **A. Chevalier** : *Notice nécrologique sur Clodomir-Antony-Vincent Houard.* — **L. Lumière** : *Réalisation d'une aphakie virtuelle de l'œil normal permettant dans le cas d'opération unilatérale de la cataracte, le rétablissement de la vision binoculaire.* — **C. Robin** : *Sur un problème de diffraction d'ondes électromagnétiques à la surface de séparation de deux milieux.* — **G. Petiau** : *Sur les équations d'ondes macroscopiques du corpuscule*

de spin 2 en présence de matière. — Mme **M.-A. Tonnelat** : *Sur l'interaction entre deux particules matérielles au moyen du corpuscule de spin maximum 2 ; loi de gravitation newtonienne.* — **E. Arnous** : *Utilisation de la fonction caractéristique de Laplace dans certains problèmes classiques de mécanique ondulatoire.* — **C.-B. De Carbon** : *Sur les déformations des corps solides. Equation générale de la déformation élasticovisqueuse.* — **R. Brard** : *Interdépendance du tourbillon moyen local et de la vitesse moyenne locale d'agitation dans les mouvements turbulents.* — **C. Bory** et **P. Vernotte** : *A propos de la convection naturelle par les fils.* — **F. Raymond** : *Sur un théorème de la théorie des réseaux polyphasés.* Le réseau polyphasé symétrique et conservatif le plus général, est équivalent à la superposition d'un nombre de quadripôles égal au nombre de ses phases. — **G.-A. Boutry, A. Maréchal, J. Terrien** : *Sur la clarté des instruments oculaires.* — **J. Millon** et **C. Herman** : *Remarques sur le spectre d'émission de l'oxygène pur.* — **R. Lennuier** : *Sur des phénomènes présentant des caractères intermédiaires entre ceux de la résonance optique et ceux de la diffusion de Rayleigh.* Des expériences montrent un passage progressif de la résonance pure à la diffusion de Rayleigh classique. — **P. Lacombe** : *Sur le durcissement des solutions solides d'aluminium en phase homogène et par précipitation.* Étude de la variation des propriétés mécaniques au cours de la décomposition des solutions solides aluminium-magnésium et aluminium-magnésium-zinc. — **R. Delavault** : *Figures de corrosion de la muscovite.* — **B. Gèze** : *Structure géologique du versant méridional de la Montagne Noire. L'autochnome du Minervois-Saint-Ponais.* — **J. Dufay** et **P. Flajolet** : *La variation annuelle des perturbations de la déclinaison magnétique à Lyon et ses relations avec l'activité solaire.* — **P. Abadie, E.** et Mme **E. Vassy** : *Altitude de l'émission de la lumière du Ciel nocturne.* Les hypothèses qui donnent le meilleur accord avec la courbe expérimentale, sont une couche très élevée vers 900-1.000 km. et une couche basse vers 65-70 km. au-dessus du lieu d'observation. — **G.** et Mme **C. Dubois, N. Théobald** : *Tourbières et histoire forestière flandrienne en Berry et en Marche.* L'histoire forestière de la Champagne berrichonne et de la bordure Nord-Ouest de la Marche, est déduite de l'analyse pollinique de la tourbe. — **R. Lemesle** : *De la nature des produits accumulés à l'intérieur des cellules de la gaîne endodermique dans les feuilles des espèces du genre Aulax Berg.* — **R. Lecoq** et Mlle **A. Raffy** : *Composition chimique et activité vitaminique B2 des graines de Parkia africana R. Br.* — **J. Colas-Belcour** et **P. Nicolle** : *Infestation expérimentale,* per os, *de Réduvidés tropicaux suceurs de sang (triatomes), par des flagellés parasites d'un hémiptère banal paléartique, non hémophage, Pyrrhocoris apterus.*

Séance du 31 Janvier 1944

C. Fabry : *Notice nécrologique sur Henri Buisson.* — **P. Pascal** : *Relations entre la structure cristalline et le diamagnétisme des sels.* — **P. Ravigneaux** : *Sur un procédé de mesure directe des pertes par engrènement.* — **Escande** : *Expression de la perte de charge à la traversée d'une grille.* — **J.-L. Routin** : *Sur l'activité de la transmission de la chaleur.* — **P. Grivet** : *Sur la longueur d'onde propre de certains résonateurs électromagnétiques.* Calcul de la longueur d'onde de la vibration fondamentale du type électrique pour les volumes à symétrie cylindrique, la sphère et le tore à section rectangulaire. — **J. Bernier** : *Une méthode de raccordement pour le calcul des cavités électromagnétiques.* — **A. Blanc-Lapierre** : *Photocompteurs et loi de Poisson.* — **J. Ouang Te-Tchao, J. Surugue** et Mlle **M. Pérey** : *Sur l'intensité absolue des raies de conversion interne du radioactinium.* — **J. Daudin** : *Gerbes de mésotons et de particules lourdes.* Mise en évidence de gerbes de mésotons et de gerbes de paires. — **G. Fouretier** : *Mesure de la pression de vapeur saturante du soufre orthorhombique.* — **M. Foëx** : *Influence de la dévitrification sur la conductibilité électrique des verres du système SiO_2-Na_2O.* — **C. Duval** : *Dosage de la silice.* Indication de trois méthodes de dosage volumétrique au moyen du silicomolybdate d'héxaméthylène-tétramine. — **J.-A. Gautier** et **E. Leroi** : *Sels basiques à fonction bétaïne dans la série des pyridiniums quaternaires.* — **J. Jacques** : *Dérivés quinoléiques à partir de l'aldéhyde dimère de l'aldéhyde crotonique.* — **B. Brajnikov** : *Sur les associations de minéraux lourds de quelques rivières de la bordure sud du Bassin de Paris.* — Mlle **C. Noël** : *Recherches anatomiques sur le début de tumeurs corticales obtenues par inoculations superficielles de Phytomonas tumefaciens sur des tiges de Pelargonium zonale.* — **J. Jacquet** : *Sur la répartition et le mode de propagation du Spartina Townsendi sur la côte occidentale du département de la Manche.* — **E. Brumpt** : *Recherches sur la sélection, la grande variabilité et le rendement des tournesols.* — **J.-L. Parrot** et **J. Lavollay** : *Sur le mode d'activation de la vitamine P. Une nouvelle propriété de l'adrénaline, son activité sur la résistance des capillaires.* — Mlle **G. Beaumont** : *Diapause imaginale obligatoire et réactivation chez le Coléoptère Agelastica alni Redt.* — **M. Lemoigne, R. Desveaux** et **R. Gavard** : *Réduction des nitrates en nitrites par les microbes du groupe Bacillus subtilis.*

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

BOLL (M.). — **Le mystère des nombres et des formes.** — 1 *vol. illustré de* 354 *fig.*, 329 *p. Paris*, 1941, *Larousse, Edit.*

L'évolution des sciences montre que celles-ci se proposent en plus de la description des phénomènes l'explication de ceux-ci en leur substituant des schémas intelligibles comportant d'une part des processus de causalité et d'autre part des processus d'évaluation. Chaque science utilise pour sa schématisation un groupe de concepts et de notions causales particulières, mais toutes les sciences utilisent à des degrés divers l'instrument abstrait que constitue la méthode mathématique. Aux formes sensorielles, formes graphiques, formes biologiques et même formes logiques, la méthode mathématique adapte un schéma abstrait se traduisant par des lois permettant de comparer un nombre intelligible au nombre mesuré dans une observation ou une expérience.

C'est une large description des moyens que les mathématiques apportent pour l'élaboration de la schématisation logique des sciences que nous offre M. Marcel Boll. Son livre destiné à un large public ne possédant que des notions élémentaires de mathématiques montre d'une façon très claire au moyen de notions usuelles l'essentiel des concepts, des notions et des méthodes que les mathématiques ont mis à la disposition des sciences. Son point de vue descriptif lui permet de montrer dans une vaste synthèse, le champ d'application des mathématiques, comment celles-ci se sont développées avec le progrès des sciences, et comment plus elles deviennent abstraites, plus elles deviennent pratiques. L'intérêt du texte illustré de nombreuses remarques, d'exemples, de curiosités mathématiques, se soutient constamment. De plus, des notes complémentaires détaillées élargissent le champ des exemples pour les lecteurs, plus avancées en mathématiques.

De ce vaste examen, se dégage en conclusion une discussion sur le rôle intellectuel et social des mathémathiques. Les conclusions auxquelles arrive M. Boll et qui sont celles de quiconque possède une culture intellectuelle suffisamment large, s'étendent à toutes les sciences. Une attaque vigoureuse contre l'opinion qui veut que « les mathématiques déforment l'esprit et détourne de ces énergies intellectuelles dont la vie et la philosophie ont tant besoin », montre comment les défauts de certaines méthodes pédagogiques ont été rejetés délibérément sur l'enseignement des sciences et particulièrement des sciences abstraites dont les aplications ne sont pas immédiates et évidentes. Rappelant la phrase de M. Hadamard « Les mathématiques s'adaptent à toute chose dont on peut raisonner exactement », M. Boll discute l'intervention des mathématiques dans le progrès humain et après un examen historique et critique et ayant rappelé que « les crises sociales contemporaines trouvent leurs origines dans l'inévitable retard des sciences de l'homme par rapport aux sciences du nombre et que c'est malgré la science (et non par la science) que ces crises ont été déclanchées », il conclue avec W.-K. Clifford que « la pensée scientifique n'est ni l'accompagnement ni une condition du progrès humain, c'est le progrès lui-même ».

G. P.

DIENES (Paul), *Professeur de Mathématiques à l'Université de Londres.* — **Logic of Algebra.** — 1 *vol de* 76 *pages.* (Actualités scientifiques et industrielles, n° 614, *Hermann.*)

Les questions traitées dans cette brochure sont assez nombreuses. On n'y trouvera guère d'exposé systématique, mais une suite de réflexions, en général ingénieuses et intéressantes, autour des problèmes logiques qui se posent dans le développement de l'Arithmétique et de l'Algèbre. Il est parfois difficile de discerner l'exacte pensée de l'auteur.

La notion de nombre entier (chap. I), avec leur ordre de grandeur relative, est tirée, par une immédiate abstraction, de la comparaison expérimentale des diverses collections d'objets. Une sorte d'intuition, fondée sur l'expérience, mais la dépassant, fait considérer la suite des entiers comme indéfinie.

Le problème de la non-contradiction des relations d'inégalité est abordé au chapitre II. Sa solution semble fondée sur l'axiome de récurrence, auquel l'auteur fait plusieurs fois allusion, mais sans le formuler explicitement.

Les opérations (chap. III) sont définies expérimentalement ; leur notion n'est pas séparée de leur exécution pratique au moyen de la notation décimale. Le résultat, toujours fourni par une suite finie d'opérations dont chacune est complètement déterminée, sera toujours complètement déterminé.

La partie la plus importante est l'étude des collections comme telles et de leurs relations (logique des collections) (chap. IV et V). Cette étude est

présentée sous une forme symbolique ingénieuse. Des règles précises de calcul sur les symboles, sur les équations et inéquations entre symboles, permettent de construire une « logique », qui d'ailleurs contient la logique aristotélicienne. Mais il est nettement indiqué que ce n'est pas, et ne peut pas être « la logique générale ».

Les nombres « réels «, c'est-à-dire rationnels ou irrationnels, ne sont pas distingués de leur représentation décimale, en général indéfinie (chap. VI). L'ensemble des nombres réels n'est donc pas construit par récurrence (devolving construction), mais par un « evolving process » : choix arbitraire des chiffres décimaux successifs. Malgré son indétermination, cette construction permet une définition précise des opérations.

Les idées de l'auteur ne sont pas exprimées d'une façon assez claire pour pouvoir être discutées. Le problème de la non-contradiction de l'Arithmétique est plutôt supprimé que résolu par le retour à l'origine concrète des axiomes, auxquels il faut cependant joindre l'axiome de récurrence.

M. P.

HAMILTON (Sir William-Rowan). — **The Mathematical Papers.** 1 *vol II. Dynamis. Un in-4° cartonné de* 696 *pages, avec figures. Cambridge University Press,* 1940.

Par les soins des professeurs A.-W. Convay et A.-J.-M. Connell, l'Irish Royal Academy vient de produire le tome II des œuvres mathématiques de Hamilton, traitant principalement de la Dynamique. Le tome I, paru en 1931, était consacré à l'optique géométrique et contenait en grande proportion des textes déjà publiés. C'est le contraire qui a lieu dans le présent volume, où figurent, en majeure partie, des documents inédits.

Cette belle publication apporte de précieux renseignements aux mathématiciens et aux physiciens sur la pensée d'un précurseur qui sut concilier les interprétations radiante et ondulatoire de l'optique et montrer que le Schème ainsi construit embrasse la Dynamique d'une classe étendue de systèmes matériels.

On verra d'ailleurs que cette puissance de synthèse n'a pas détourné son auteur des problèmes naturels ; et que bien au contraire, elle lui a permis d'apporter des contributions à la mécanique céleste, en ce qui concerne le problème des trois corps, la détermination des orbites approximativement circulaire, la théorie de la Lune, etc... Cette unification entre mouvements de la matière et de la lumière, a permis l'adjonction à ce second volume, sous le titre de « Dynamics of Light », de toute une série de mémoires sur l'Optique cristalline.

Et cela, sans détriment de richesses analytiques, atteignant la théorie des équations aux dérivées partielles et le calcul des variations. Ampleur édifiante, qui ne manquera pas d'inspirer à la fois l'admiration et la modestie !

G. Bouligand.

2° Sciences physiques et chimiques

DARMOIS (E.) et **COHU** (M.). — **Lampes à incandescence et lampes à décharge.** — Mémorial des Sciences physiques, *fascicule* 45, 90 *pages,* 16×25. *Gauthier-Villars, Paris,* 1941.

M. Eugène Darmois a publié, il y a bientôt une vingtaine d'années, dans l'*Encyclopédie Léauté*, un ouvrage sur l'Eclairage qui reste l'instrument de travail indispensable pour tous ceux qui ont besoin d'étudier les problèmes variés relatifs à l'éclairage artificiel. Il ne s'agit pas là seulement des physiciens, mais aussi de tous les architectes, et l'on est surpris de constater combien il reste encore à faire pour que ces études essentielles prennent, dans leurs préoccupations, la place qu'elles devraient occuper pour bannir un empirisme qui n'est vraiment plus en harmonie avec l'état actuel de la Science.

Le sujet s'enrichit d'ailleurs sans cesse de résultats nouveaux, et M. Darmois a entrepris d'apporter, en collaboration avec M. Cohu qui lui a succédé dans l'enseignement de l'Eclairage à l'Ecole supérieure d'Electricité, des compléments à son traité initial. Ils sont d'ailleurs présentés sous la forme de monographies qui sont utilisables isolément pour le lecteur désireux de se limiter à l'étude du sujet traité par chacune d'elles. Ces monographies sont publiées par la librairie Gauthier-Villars, dans le Mémorial des Sciences physiques. Après celle qui a été consacrée à la photométrie industrielle, celle-ci apporte, avec les indications nécessaires sur les perfectionnements des lampes à incandescence à filaments, une étude, d'un très haut intérêt et d'une utilité pratique énorme, sur l'éclairage par les tubes à gaz ou à vapeurs métalliques. C'est une solution qui a pris un essor considérable, alors qu'elle n'apparaissait guère, il y a vingt ans, que comme une curiosité.

Il n'est possible de comprendre les problèmes fort complexes que posent la construction, l'utilisation, et le perfectionnement de ces lampes à décharge qu'après une étude précise des phénomènes de production de la lumière par excitation des atomes. C'est à cette étude théorique qu'est consacré le chapitre II. Il constitue d'ailleurs à lui seul une monographie précieuse pour les lecteurs qui, sans se préoccuper spécialement des

applications à l'Eclairage, désirent avoir une vue d'ensemble de ce problème très complexe.

L'analyse du spectre de l'hydrogène a précisé la notion des divers niveaux d'énergie que peut occuper un électron optique, et celle des émissions lumineuses, liées à ses transitions d'un niveau à un autre.

Les choses se compliquent ensuite beaucoup quand on passe aux atomes qui comportent un nombre plus ou moins élevé d'électrons.

On arrive néanmoins à construire des schémas électroniques, qui définissent toutes les transitions possibles, avec les énergies correspondant à chaque niveau, et par conséquent, les longueurs d'onde des diverses raies susceptibles d'être émises. On mesure en général chaque énergie par la différence de potentiel qui fournit cette énergie à un électron.

L'étude de ces schémas, et des longueurs d'onde correspondant à chaque transition possible est indispensable pour prévoir ce que l'on peut obtenir, au point de vue éclairage, d'un gaz ou d'une vapeur métallique donnés, et les régimes d'excitation qui seront nécessaires.

Le chapitre III est consacré à la description des phénomènes qui accompagnent la décharge dans les gaz et vapeurs. Il étudie le problème et l'amorçage, avec les diverses solutions qui lui ont été données, et le problème de la stabilisation de la décharge.

Les trois derniers chapitres étudient divers types de lampes à gaz rares, à vapeur de sodium et à vapeur de mercure. Ils fournissent aussi quelques renseignements sur les tubes à décharge qui utilisent la phosphorescence et la fluorescence.

Ce petit ouvrage donne en même temps les bases théoriques nécessaires pour comprendre le fonctionnement des tubes à décharge, et les renseignements utiles sur l'état actuel d'une technique qui a pris depuis quelques années un développement considérable et une importance sans cesse croissante.

J. V.

DUPUY (G.). — **Radium et Radioactivité.** — *Préface de* A. DEBIERNE, *Professeur à la Faculté des Sciences.* — 1. *vol.* 11×18 *de* 128 *p. Presses universitaires de France, édit., Paris,* 1941. (*Prix, broché : 12 fr.*)

Ce livre, le trente-troisième des cent ouvrages en cours de publication de la collection « *Que sais-je ?* », contient, sous un petit volume, beaucoup de choses dites simplement et avec une grande clarté.

Le *premier chapitre* (cinquante pages) est un exposé vivant de diverses questions concernant la constitution atomique de la matière et différents phénomènes fondamentaux dans le domaine des radiations et de l'électricité. Dans le *chapitre II* sont rappelées les circonstances légendaires qui ont accompagné les premières découvertes de Pierre et Marie Curie, consécutives aux expériences d'Henri Becquerel. L'auteur décrit ensuite les propriétés spéciales du radium (*chapitre III*) et des autres corps radioactifs (*chapitre IV*) puis trace le visage de l'atome d'après le modèle de Rutherford-Bohr (*chapitre V*). Les théories des noyaux d'atomes et des différentes particules fondamentales (hélion, proton, électron, positon, photon, neutron, etc.) sont étudiées dans le *chapitre VI*. Le *dernier chapitre* est consacré à la radioactivité provoquée mise en évidence par M. et Mme Joliot-Curie en 1934.

Comme le souligne M. Debierne dans sa préface, ce petit livre « peut permettre l'initiation d'un profane et aussi préciser les notions d'un non-profane ».

E. CATTELAIN.

VERGNE (H.) et **VILLEY** (J.). — **Les variations de l'équilibre thermodynamique.** — (Mémorial des Sciences physiques, fascicule XLIV.) *Un fasc. de* 90 *p., Paris,* 1941, *Gauthier-Villars, édit.*

Ce fascicule faisant suite au fascicule 41 du Mémorial des Sciences physiques, dans lequel était étudié l'équilibre des systèmes fluides homogènes, est consacré à l'examen des divers modes d'action par lesquels on peut modifier l'équilibre thermodynamique d'un système fluide homogène.

Ces modes d'intervention possibles dont l'influence est examinée en quatre chapitres, se ramènent, soit à une modification des variables thermodynamiques, soit à des additions ou soustractions de matière, directes ou indirectes, le système étudié étant alors mis en contact avec une autre phase susceptible d'échanger des composants avec lui.

Le premier de ces modes d'action conduit dans le cas des systèmes en équilibre chimique aux lois du déplacement de l'équilibre dont l'étude est faite au chapitre I[er] ; la loi générale de modération de Lechatelier y est appliquée à l'étude de l'influence des variations de température, pression et volume. Le second mode d'action : introduction de composants existant déjà dans le système, fait l'objet du chapitre II dans lequel est énoncée la loi d'action de masse. Le troisième mode d'action se ramène au contact du système considéré avec une autre phase, non miscible avec lui, mais ayant avec lui un constituant commun susceptible d'être échangé. D'après la condition de Gibbs, le transport du constituant échangeable a lieu dans le

sens où son potentiel chimique décroit. L'examen de ces échanges matériels, réalisation de l'équilibre entre deux phases, transformations à potentiel chimique constant, cas de deux phases d'un même corps pur fait l'objet du chapitre III. Le chapitre IV est consacré aux systèmes hétérogènes : démonstration, applications et validité de la règle des phases, application à l'équilibre des solutions étendues, tonométrie, ébulliométrie, cryoscopie, équilibre des solutions saturées, vaporisation des mélanges doubles, solidification des mélanges doubles.

G. P.

3° Sciences naturelles

FISCHER (P.-H.). — **Ce qu'il faut savoir en Dissection. Manuel pratique à l'usage de l'étudiant et du naturaliste.** — *Vol. IX de la collection* « Savoir en histoire naturelle », 203 *pages*, 168 *figures. Paris*, 1942, *Lechevalier, éditeur.*

Les étudiants et les amateurs d'histoire naturelle ne désirent pas seulement connaître la forme des animaux, ils s'intéressent aussi à leur organisation intérieure.

Comment ouvrir un animal (une pieuvre ou une mouche) ? Comment voir les organes, comprendre leur disposition et leur fonctionnement ? Faut-il suivre des cours d'anatomie, acheter de gros livres et disposer d'un laboratoire ? Non. La dissection est accessible à tous, avec un matériel minimum et à domicile. Encore faut-il un guide. En voici un, écrit spécialement pour les étudiants et les amateurs, par un spécialiste ayant une longue expérience de l'enseignement pratique.

C'est le programme pratique de biologie animale du P.C.B., expliqué simplement et clairement, avec une abondance d'illustrations.

R. Furon.

FURON (R.). — **Géologie du Plateau Iranien** (Perse-Afghanistan-Béloutchistan). — Mémoires du Muséum, T. VII, Fasc. 2. — 415 *p.*, 58 *fig.*, 8 *pl.*, 1 *carte hors texte*, 1941.

Ce nouveau mémoire de M. Furon constitue la première synthèse stratigraphique et paléontologique sur une région particulièrement intéressante, car le Plateau Iranien établit la liaison entre les grandes entités géologiques de l'Ancien Monde : *Mésogée* ; *Gonswanie* et *Angara*. L'auteur a séjourné pendant plusieurs années en Iran et en Afghanistan ; il en a rapporté une foule d'observations inédites sur une belle série sédimentaire allant du Cambrien au Pliocène, et dont certains étages, qu'ils soient de faciès marin ou continental, atteignent des épaisseurs considérables. De nombreuses figures et planches des listes raisonnées de fossiles, montrant la répartition régionale des espèces par étage, et une carte au 5.000.000° illustrent cet ouvrage. Une étude paléogéographique complète cette importante monographie, qui comprend une liste bibliographique de plus de 430 références.

R. Soyer.

GAUSSEN (H.). — **Les gymnospermes actuelles et fossiles.** — 1 *volume in*-8°, 40 *pages*, 36 *figures. Toulouse*, 1942 (Travaux du Laboratoire Forestier de la Faculté des Sciences.)

Ce fascicule est le premier d'une série, qui sera consacrée à la revision des Gymnospermes. Il intéresse à la fois les botanistes et les géologues, car on y trouve des généralités sur l'Evolution, une classification des Gymnospermes actuelles et fossiles et une étude sur l'anatomie, la classification, l'évolution et la distribution géographique des Ptéridospermales.

L'ouvrage entier sera l'adaptation d'une partie du cours du professeur Gaussen, à la Faculté des Sciences de Toulouse, sur la géographie et la botanique forestières. Les divers aspects seront considérés : botanique pure, botanique appliquée et géographie forestière.

Les travaux du Laboratoire forestier comportent déjà toute une série de revisions de genres de Gymnospermes. La publication d'un ouvrage d'ensemble ne peut attendre la fin des revisions, car il finirait par ne jamais paraître. En cela encore, félicitons M. Gaussen qui professe qu'il vaut mieux présenter un ouvrage imparfait que de préparer pendant 50 ans un ouvrage parfait qui ne paraîtra jamais. Tous ceux qui connaissent ses travaux et qui s'intéressent aux arbres attendent la suite qui pour eux, sera riche d'enseignements nouveaux.

R. Furon.

GUILLAUMIN (A.). — **Formulaire technique du Botaniste préparateur et voyageur.** — 1 *vol. de la collection* « Savoir en Histoire naturelle », 139 *pages*, 82 *figures. Paris*, 1942, *Lechevalier, éditeur.*

Ce volume est le troisième guide technique du Naturaliste, venant après le Formulaire technique du Zoologiste et le Manuel de Dissection.

Il n'existait rien de tel en langue française, malgré les demandes répétées des débutants et des collectionneurs qui ne savaient où trouver des conseils.

Le livre de M. Guillaumin traite d'abord de la récolte, de la préparation et de l'expédition des plantes vivantes, des échantillons d'herbier, des

bois, des plantes médicinales, des objets ethnographiques d'origine végétale.

Il aborde ensuite le problème de la conservation, puis de la présentation des objets récoltés, terminant par une série de renseignements utiles sur les collections botaniques du Jardin des Plantes, sur les grands herbiers et les jardins botaniques.

Tous les botanistes seront heureux de trouver des conseils judicieux leur permettant de présenter pour le mieux leurs collections, selon des techniques qui sont aussi valables pour le modeste herbier d'un débutant que pour l'organisation de collections publiques.

R. FURON.

DE LAPPARENT (Albert-F.). — **Excursions géologiques dans le Bassin de Paris.** — 1 *fascicule de la collection des* Actualités scientifiques et industrielles, 77 *pages*, 24 *figures*, 2 *planches. Paris*, 1942, *Hermann, éditeur.*

Tous les géologues parisiens déploraient depuis des années l'absence d'un « guide » permettant d'excursionner dans la région parisienne. Les anciens guides, ceux de Fritel et de Laville, étaient épuisés depuis longtemps et les indications qu'on y relevait étaient devenues inexactes, du fait de disparition de nombreux gisements fossilifères et de l'interdiction d'accès à certains autres.

L'abbé Albert F. de Lapparent, maître de conférences à l'Institut Catholique de Paris, comble cette lacune en publiant ces « Excursions géologiques dans le Bassin de Paris ».

Le premier fascicule présenté ici, envisage la série tertiaire complète et permet de la reconnaître sur le terrain en sept excursions, dont les itinéraires sont combinés de façon à ce que chaque excursion puisse être faite en une journée au départ de Paris.

La description des itinéraires est claire ; la localisation des gîtes fossilifères et l'illustration apportent aux lecteurs les renseignements qui peuvent leur être utiles.

Cet excellent petit ouvrage inaugure une nouvelle série intitulée « Géologie régionale de la France ». Les monographies qui la composeront ont pour but de mettre le sujet à la portée du public cultivé, sous forme de descriptions et d'excursions. Nous nous associons aux paroles de M. Raguin, écrivant dans sa Préface qu'il n'est pas douteux que cette série occupera une place brillante dans la collection des « Actualités scientifiques ».

R. FURON.

PORTEVIN (G.). — **Ce qu'il faut savoir des Insectes.** (Vol. III. Orthoptères, Hyménoptères, Diptères et Insectes inférieurs.) — 1 *vol. de la collection* « Savoir en Histoire naturelle ». 256 *pages*, 78 *figures et* 17 *planches en couleurs. Paris*, 1942, *Lechevalier, éditeur.*

Construit sur le même plan que les deux précédents, ce volume est le troisième et dernier du Précis d'Entomologie. (Vol. I : Les Papillons. Vol. II : Coléoptères et Hémiptères.)

Les jeunes entomologistes le consulteront avec fruit et ils y apprendront beaucoup avant de se spécialiser dans un ordre ou même une famille.

Ce genre de livre bien faits et répondant à leur but ne demande pas un compte rendu à proprement parler, puisque leur titre renseigne exactement sur le sujet. Il faut toutefois souligner ici l'effort (particulièrement méritoire en 1942), qui a été fait pour maintenir la qualité de l'illustration, avec 17 planches en couleurs qui font honneur à l'éditeur et au Maître-Imprimeur.

R. FURON.

4° Sciences médicales

GARNIER (G.) et **BARTHELEMY** (Mlle O.). — **Catalogue des thèses soutenues devant la Faculté de Pharmacie de Paris de 1895 à 1940.** 1 *vol.* 15×24 *de* 96 *pages. Vigot frères édit. Paris*, 1941. (*Prix, broché* : 26 *fr.*)

De nombreuses thèses sont soutenues chaque années devant la Faculté de Pharmacie de Paris. Celles-ci sont susceptibles d'intéresser non seulement les pharmaciens, mais aussi un grand nombre de chercheurs.

Ces derniers n'avaient jusqu'ici pour se diriger parmi ces nombreuses publications, que le travail du Docteur Paul Dorveaux sur les *Thèses soutenues à l'Ecole de Pharmacie de Paris de* 1815 *à* 1889 et le *Supplément* 1890-1894, inséré en 1895 dans le « catalogue des thèses de Pharmacie soutenues en province ».

M. G. Garnier, docteur ès-sciences, et bibliothécaire en chef à la Faculté de Pharmacie de Paris, vient de continuer cette œuvre en publiant le « catalogue des Thèses soutenues devant la Faculté de Pharmacie de Paris de 1815 à 1940 ». Ce travail a été accompli en collaboration avec Mlle O. Barthélémy, licenciée es-lettres et bibliothécaire auxiliaire à la même Faculté. L'ouvrage comprend trois parties :

1° La liste des thèses, établies par années, et, dans chaque année, par catégories : Diplôme supérieur, Doctorat de l'Université, Diplôme de Pharmacien de 1re et de 2e classe, Concours d'agrégation ;

2° Une table par noms d'auteurs ;

3° Une table analytique des matières.

Ce catalogue a exigé de patientes recherches ; la

disposition très judicieuse qui a été adoptée, en fera un instrument de travail précieux. Ses auteurs ont droit à la reconnaissance des chercheurs, certainement très nombreux, qui le consulteront.

A. GODFRIN.

LAPICQUE (Pr L.). — **La Machine nerveuse.** — Biblio. de Philos. scientif., *Flammarion*, 1943.

Ce petit ouvrage présente en une claire ordonnance la somme des travaux personnels de l'auteur, poursuivis depuis quarante ans en compagnie de Mme Lapicque et d'une pléiade de collaborateurs français et étrangers, au premier rang desquels il faut citer M. et Mme Chauchard. Soumis à une recherche et à une critique bien armées, le problème des relations entre l'esprit et le corps, étudié avec toute la rigueur des disciplines physiologiques, a livré quelques notions capitales désormais intégrées à la science. La *Chronaxie*, la *métachronose*, la *subordination* des centres médullaires aux mécanismes supérieurs qui l'expliquent et la dirigent, ont été patiemment découverts, contrôlés, et leurs applications ne cessent de s'étendre. Ainsi fut créée l'une des plus sûres et des plus subtiles méthodes d'analyse des fonctions nerveuses.

Au philosophe, au psychologue, au neurologue comme au psychiatre il n'est plus permis de penser à la hiérarchie des structures, aux dissolutions fonctionnelles, au mystère de la sélection ou de l'inhibition des mécanismes et des voies nerveuses dans l'action volontaire ou dans les automatismes mentaux sans que s'impose de considérer ces problèmes selon les lignes de force de cette grande œuvre française si opportunément rassemblée et offerte au public scientifique.

A. BROUSSEAU.

JANOT (M) et **TORAUDE** (L.-G.) — **Notions pratiques de pharmacie.** Nouvelle édition (3e) entièrement refondue et mise à jour. 1 *vol. in-4° de 584 p. avec 24 fig. Vigot frères, édit., Paris*, 1941.

Dans ce remarquable manuel, dont les éditeurs nous donnent la troisième édition, les auteurs ont condensé sous une forme souvent attrayante et pittoresque, tous les éléments de la profession pharmaceutique.

Dans la première partie, le lecteur trouvera des chapitres sur l'histoire de la pharmacie, la déontologie pharmaceutique, la mesure des médicaments et les instruments de mesure, les méthodes de travail, etc... etc... Après un livre consacré aux drogues simples, aux produits animaux et biologiques, aux ferments, les auteurs abordent l'étude des médicaments chimiques et des médicaments galéniques, qui est le morceau de consistance de l'ouvrage. Les ordonnances magistrales, l'antisepsie, les examens divers, les premiers secours à donner aux malades de la voie publique et aux blessés, le traitement des asphyxies et des empoisonnements, etc..., etc... font l'objet de chapitres spéciaux et complètent ce remarquable ouvrage.

A l'étudiant en pharmacie ce livre apportera le détail de l'exercice de sa profession ; à l'étudiant en médecine, il dispensera des notions précieuses de pharmacologie et de thérapeutique. Pour le pharmacien, enfin, il sera un aide-mémoire toujours consulté avec fruit.

J. M.

5° Art de l'Ingénieur

BARY (P.) et **HERBERT** (J.). — **La verrerie.** — 1 *vol. in-8° de 270 p. avec 82 fig. Dunod, éditeur, Paris.*

La considération des milieux colloïdaux, qui intervient dans tant d'industries diverses, peut également se montrer extrêmement fructueuse pour l'étude de produits qui, à première vue, paraissent bien loin de l'état colloïdal, et notamment des verres, ainsi que cela résulte des belles recherches effectuées dans ce domaine par M. Paul Bary, l'un des savants qui ont, durant ces trente dernières années, le plus contribué aux progrès de nos connaissances sur les colloïdes.

Dans le présent ouvrage, les auteurs envisagent les propriétés des verres d'un point de vue extrêmement original et qui paraît susceptible d'orienter de manière féconde les travaux des techniciens. Les verres sont considérés comme de véritables gelées dans lesquelles un constituant colloïdal α formé par un silicate complexe alcalino-terreux se trouverait à l'état dissous dans un constituant cristalloïde β formé d'un polysilicate alcalin. Lorsqu'on chauffe le verre solide, le constituant β fondrait le premier à une température qui dépend de la composition du mélange en même temps que se produirait une dépolymérisation progressive du composé α à la suite d'une sorte de solvatation.

Cette hypothèse permet d'interpréter les diverses particularités que présente la fusion du verre et notamment l'existence de deux points de transformation limitant la phase de plasticité. Elle a servi de fil conducteur à M. Bary pour l'établissement d'une intéressante formule permettant de calculer la densité des verres en fonction de leur composition. Elle fournit une explication toute naturelle de la lente évolution que manifestent, en fonction du temps, les propriétés des verres fondus, comparables à bien des égards, à de véritables solutions colloïdales. Elle joue un rôle dans les théories de la dévitrification, etc.

C'est un exposé très complet et au courant des travaux les plus récents que MM. Bary et Herbert font de l'état actuel de la verrerie. Après avoir rappelé brièvement les propriétés de l'état vitreux, les auteurs passent en revue les diverses matières constituantes des verres, en fournissant sur chacune d'elles tous les renseignements susceptibles d'intéresser les techniciens. Ils étudient ensuite les propriétés générales des verres envisagées du point de vue que nous venons de signaler et ils analysent les diverses théories qui ont été proposées pour rendre compte de leur constitution en insistant sur les avantages de celle qui les assimile à une gelée colloïdale. Le dernier chapitre, consacré à la fabrication industrielle des verres, fournit sur les diverses opérations qu'elle comporte les indications les plus précises.

L'ouvrage sera lu avec profit, non seulement par tous les techniciens s'occupant, à des titres divers, de la fabrication ou du travail des verres, mais encore par les physiciens et les chimistes qui y puiseront des renseignements d'un grand intérêt sur une matière qui joue un rôle si important dans toutes leurs recherches.

A. Boutaric.

BRAIVE (J.). — **Aide-mémoire de l'ingénieur constructeur de béton armé.** — 4e *édition*, *Dunod*.

GELLUSSEAU (L.). — **Abaques de calcul et de contrôle de toutes sections de béton armé.** — *Dunod*.

Les ouvrages relatifs à l'exécution du béton armé sont innombrables, tout autant que les applications diverses de cet incomparable matériau.

L'aide-mémoire de M. Braive est familier à tous les praticiens. Sa quatrième édition, présentée au lecteur « au lendemain d'une guerre de destruction », suivant l'expression de l'auteur, contient, comme les précédentes, un résumé des formules mathématiques, des principes généraux, et aussi des circulaires ministérielles indispensables à connaître.

Comme toujours, les exemples de calculs de plans d'ouvrages y abondent. Mais elle est, en outre, enrichie des résultats des travaux récents du Centre d'études techniques (Bureau Sécuritas) sur la granulométrie, la vibration, les contraintes, les tensions internes, etc.

Les *abaques* de M. Gellusseau ont un caractère hautement utilitaire. Ils permettent de vérifier rapidement et sans interpolation, les sections des éléments de béton armé, dans tous les cas et pour tous les problèmes, sans se perdre, comme le dit leur auteur, « dans le dédale des équations et le tâtonnement interminable et fastidieux de leur résolution ».

Tenant compte des nouveaux procédés de mise en œuvre des matériaux, ils facilitent la vérification rapide des projets, leur comparaison, et la recherche dans chaque cas de la solution la plus économique. C'est dire qu'ils constituent un précieux instrument de travail pour les bureaux d'étude et de contrôle.

Emile Fabrègue.

ESCANDE (L.). — **Recherches théoriques et expérimentales sur les oscillations de l'eau dans les chambres d'équilibre.** — Préface de M. C. Camichel. (Publications scientifiques et techniques de la direction des industries aéronautiques, Institut de mécanique des fluides de Toulouse, nº 187.) 1 *vol.*, 266 *pages*, 228 *figures*. *Paris et Toulouse*, 1943, *E. Blondel La Rongerie et Gauthier-Villars*. (*Prix* : 100 *fr.*)

Les installations hydrauliques comportant un canal d'amenée en charge partant de la prise d'eau, possèdent, à la jonction de celui-ci avec les conduites forcées proprement dites aboutissant à l'usine, une chambre ou cheminée d'équilibre constituée par un réservoir ouvert à sa partie supérieure. Ces cheminées transforment les surpressions que les manœuvres des régulateurs engendrent dans la conduite forcée en oscillations de masse, de telle sorte que le canal d'amenée n'a plus à supporter que des surpressions d'amplitude relativement faible et de période très longue.

M. L. Escande s'est proposé d'étudier le mouvement de l'eau dans ces cheminées en conduisant l'étude simultanément du point de vue théorique et du point de vue expérimental, ce qui permet à chaque étage de la théorie, d'apprécier la validité des hypothèses et approximations adoptées dans les calculs. Son livre embrasse en quinze chapitres l'ensemble de la question et donne de celle-ci un exposé qui peut sembler définitif.

Le premier chapitre rappelle les bases théoriques du calcul des cheminées d'équilibre, équations fondamentales, manœuvres d'ouverture et de fermeture, équations relatives au cas où plusieurs chambres d'équilibre sont installées sur le même canal d'amenée, influence de la perte de charge.

Le chapitre II expose les procédés mis en œuvre pour les recherches expérimentales effectuées dans les laboratoires d'hydraulique de Toulouse, modèles de chambres d'équilibre, mode d'enregistrement des oscillations du plan d'eau, exécution des expériences.

Le chapitre III est consacré à l'étude des manœuvres de fermeture complète instantanée dans les chambres à section horizontale constante, en

tenant compte de la perte de charge dans le canal d'amenée, le problème étant résolu à la fois par le calcul et par une méthode graphique. Les résultats sont comparés avec les enregistrements d'oscillations et montrent que la théorie correspond à une approximation très suffisante pour la pratique et que la similitude hydrodynamique de Reech-Fronde s'applique avec une assez bonne approximation aux oscillations de l'eau à l'intérieur des chambres d'équilibre.

Le chapitre IV étudie un phénomène analogue correspondant au cas où la fermeture est seulement partielle ainsi que cela se produit nécessairement dans l'exploitation des usines hydroélectriques. Ces fermetures partielles instantanées,sont étudiées graphiquement et les résultats obtenus confrontés avec ceux des expériences faites à l'usine de Gripp de la Société Force et Lumière des Pyrénées. En raison de la présence de poches d'air dans le canal d'amenée, ces expériences laissent subsister des divergences anormales entre la théorie et l'expérience, mais les résultats des essais effectués sur modèles réduits au laboratoire, ont montré que les causes d'erreurs étant éliminées, le degré de concordance reste comparable à celui obtenu dans le cas des fermetures instantanées.

Le chapitre V est relatif aux phénomènes d'ouverture, résultats théoriques et expérimentaux et le chapitre VI aux chambres déversantes.

Le chapitre VII examine les manœuvres rythmiques conduisant à des oscillations d'amplitudes supérieures à celles correspondant à l'arrêt instantané, et souligne l'importance de ce phénomène susceptible de prendre naissance spontanément à la suite de déclanchements et remises en route successives.

Les chapitres VIII, IX, X, XI, XII et XIII sont consacrés à l'étude des chambres d'équilibre à étranglement inférieur, ce qui permet de réduire de façon importante, le volume utile de la chambre, mécanisme et fonctionnement de l'étranglement, manœuvres d'ouverture et de fermeture de ces chambres, fermetures non instantanées, étude des chambres à étranglement des usines d'Esterre, de Guchen, de Baous, d'Artigues, résultats des expériences faites à l'usine d'Artigues.

Le chapitre XIV expose une méthode nouvelle pour le calcul des chambres d'équilibre dans le cas d'un système complexe quelconque de canaux d'amenée captant les eaux de n lacs de même niveau statique.

Enfin, le chapitre XV étudie l'influence particulière des variations, de la hauteur de chute sur les oscillations.

G. P.

GOTTSCHE (Georg). — **Formulaire du Frigoriste,** entièrement refondu par Walther POHLMANN, traduit et adapté de la IIe édition allemande par Roger GUIEMS. — 1 *vol. in-8° de* 531 *p. Dunod, éditeur, Paris.* (*Relié* : 272 *fr.* ; *broché* : 250 *fr.*)

On trouve réunies dans ce livre toutes les données susceptibles d'intéresser l'ingénieur frigoriste: systèmes d'unités, météorologie, formules de l'hydraulique, constantes calorifiques, procédés de production du froid, machines frigorifiques, fabrication de la glace, glace sèche, réfrigération des locaux, procédés de congélation rapide, réfrigération de liquides et de masses solides, conduite des installations avec machines frigorifiques, production frigorifique des machines à froid, isolation et construction, entrepôts frigorifiques et abattoirs, statistiques, lois et règlements, installations motrices, tubes, installations de réfrigération par la glace, congrès, associations, revues. L'édition française a été adaptée aux conditions particulières à notre Pays, notamment en ce qui concerne les données météorologiques, les exemples de machines et d'appareils, les règlements relatifs à l'entreposage frigorifique, les statistiques et la normalisation des tubes. Il n'est pas douteux que, par le grand nombre des documents concernant la technique du froid qui se trouvent ainsi rassemblés, le présent volume ne mérite de devenir le guide indispensable de tous ceux qui s'intéressent en France à la production et à l'utilisation du froid.

A. B.

MASSON (H.), *ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées.* — **Problème du convoi pour la travée indépendante.** *Brochure,* 24 *pages. Léon Eyrolles, éditeur,* 61, *boulevard Saint-Germain.*

Le premier problème qui se pose dans le calcul d'une travée indépendante, est la recherche des efforts maxima : effort tranchant et moment fléchissant.

Ce problème, simple en lui-même est cependant souvent long et fastidieux, lorsque l'on est en présence de convois complexes.

La présente brochure donne des solutions graphiques, simples et ingénieuses, certainement à même de rendre de réels services dans les calculs de poutres maîtresses et nervures de tablier des ponts-routes et surtout des ponts-rails.

A. B.

MISSENARD (A.). — **L'Homme et le Climat.** — (Préface du docteur Alexis CARREL). — 1 *vol. de* 270 *pages. Plon, éditeur.* (*Prix* : 20 *fr.*)

Ce sera le mérite de la technique encore jeune du conditionnement de l'air, qui s'efforce de com-

biner en vue du confort optimum les conditions de température, d'humidité et de mouvement de l'air des locaux, d'avoir posé dans toute son ampleur la question de l'influence sur l'organisme humain des facteurs physiques, chimiques et physiologiques du monde extérieur, parmi lesquels le climat occupe une place importante.

M. Missenard, qui dirige une importante firme industrielle de chauffage et de ventilation, a été un des premiers à étudier sous une forme scientifique les divers phénomènes fondamentaux de cette technique. Il a été aussi l'un des premiers à pressentir la nécessité, pour cette dernière, de s'inspirer des travaux des médecins et des hygiénistes, et même de les provoquer par une féconde collaboration entre physiologues et ingénieurs.

Son ouvrage, dépouillé de tout pédantisme abstrait, est un bilan, établi en toute objectivité, des connaissances vérifiées acquises sur cette question primordiale.

Il se lit aussi facilement qu'un roman, et ses titres de chapitres sont éloquents : Temps et Santé, Air et Santé, Climat et Individualité, Climat et Activités, Climats artificiels. Il apporte une contribution importante et de qualité à ce que le docteur Alexis Carrel dénomme « la Science de l'Homme ».

Emile FABRÈGUE.

MONTGOLFIER (P. de). — **La Tourbe et ses utilisations.** — 187 *pages*, 14×21, 2e *édition, Dunod, éditeur, Paris*, 1942. (*Prix, broché* : .)

L'auteur a réuni dans ce petit livre les documents essentiels nécessaires pour la mise en exploitation intensive et rationnelle d'une tourbière. L'industrie de la tourbe est peu développée en France et, sauf pour la distillation, n'a pas fait de progrès depuis 1920 à 1940, période pendant laquelle aucune installation nouvelle n'a été réalisée.

Puisse cet excellent travail entraîner enfin la mise en valeur définitive de nos richesses tourbières françaises (au minimum 100.000 hectares) pour le plus grand profit de notre pays qui a dû importer, en 1938, environ 25 millions de tonnes de charbon et 7 millions de tonnes de pétrole.

E. CATTELAIN.

VASSOGNE (G.). — **Machines frigorifiques.** — 2e *édition. Librairie Béranger.*

Cet ouvrage est un manuel complet, simple et pratique de toute la technique du froid.

Il décrit et étudie la constitution et le fonctionnement de tous les matériels essentiels (compresseurs, condenseurs, évaporateurs, frigorifères, machines à absorption et à vapeur d'eau, etc.), le montage et l'entretien des installations, ainsi que les garanties et le rendement à exiger d'elles.

Cette description est précédée de l'exposé des généralités indispensables à connaître sur les gaz, les relations entre la chaleur et l'énergie, les divers fluides frigorigènes, etc.

Elle est suivie d'une étude sur l'utilisation du froid dans le domaine alimentaire, et de 17 tables facilitant le calcul des installations les plus courantes.

Excellent vade mecum de l'ingénieur frigoriste et de tous les usagers des installations frigorifiques.

Emile FABRÈGUE.

VIARD (R.). — **Constructions rurales et bâtiments agricoles.** Livre I. **L'habitation rurale.** — *Librairie de l'Enseignement technique.*

Tout ce qui touche à l'amélioration des conditions dans lesquelles vit et travaille le monde agricole, revêt actuellement une importance considérable pour les destinées mêmes de notre pays.

La question de l'habitat rural vient au premier rang. M. Viard, après avoir exposé son état actuel et les efforts faits par l'Etat pour le perfectionner, étudie ce qu'il doit être pour les divers ordres de grandeur des exploitations agricoles correspondantes. La modernisation des maisons anciennes est longuement traitée, avec nombreux plans à l'appui.

Puis viennent les aménagements intérieurs : eau, chauffage, électricité, installations sanitaires, sans oublier l'aspect extérieur et le jardin.

Excellente contribution aux multiples questions qui se rattachent à notre préoccupation du mieux-être des travailleurs de la terre.

FOURCAULT (L.-D.) — **Pour l'équipement mécanique de la ferme.** — *Dunod.*

M. L.-D. Fourcault se préoccupe surtout de l'équipement mécanique devant assurer avec efficacité les diverses services de la ferme (force motrice, utilisation du vent, alimentation des animaux, sciage du bois, lavage du linge, etc.).

La gestion d'une basse-cour de rapport et la conduite des diverses cultures sont également examinées avec pertinence du point de vue du matériel mécanique.

Emile FABRÈGUE.

SÉDILLE. — **Mécanique des fluides.** *Dunod.*

MONTEIL. — **Thermodynamique et mécanique des fluides.** 2e *édition, Dunod.*

MONTEIL. — **Hydraulique théorique.** — 2e *édition, Dunod.*

La construction des machines à manutentionner

les fluides est étroitement liée à la science de la Mécanique des fluides. On sait que le regretté Rateau avait méthodiquement combiné ces deux techniques dans le Laboratoire et dans les méthodes de fabrication de la Société de constructions mécaniques créée par lui. M. Sédille, ingénieur en Chef de cette société, a condensé à l'usage des ingénieurs les résultats de cette double doctrine, en donnant dans son précis le minimum de place à la partie mathématique, et en dégageant clairement les lois essentielles des écoulements de fluides et des phénomènes physiques qui les accompagnent.

M. Monteil, dans la nouvelle édition des deux cours qu'il professe à l'Ecole Centrale, reprend ces données fondamentales en les appliquant d'une part à la thermodynamique, d'autre part à l'hydraulique. Il développe particulièrement l'étude des cas où le fluide agit non seulement par sa pression, mais surtout par sa vitesse, qui sont ceux qui régissent les turbines et les pompes centrifuges.

Emile FABRÈGUE.

VALLETTE (R.). — **Construction des ponts.** — *Dunod.*

L'art et la science du pont ont fourni à travers les âges de magnifiques réalisations d'ouvrages, éloquents aussi bien pour la science du technicien que pour la sensibilité de l'artiste.

M. Vallette présente dans un traité relativement restreint, une étude très complète de synthèse et de documentation sur ce sujet extrêmement vaste, traitant simultanément, pour tous les types et toutes les natures d'ouvrages, à la fois le parti architectural et le parti constructif.

Dans la partie de son ouvrage consacrée à la science du pont, il étudie successivement toutes les conditions imposées par la nature des matériaux utilisés, aussi bien que par la voie portée et la voie franchie. Il présente ensuite un résumé très complet de toutes les questions de conception et d'exécution soulevées par les divers types de ponts.

Son ouvrage constitue une encyclopédie abrégée mais très complète de cette importante catégorie d'ouvrages d'art.

Emile FABRÈGUE.

6° Divers

GILLET (Louis). — **Dante**. — 1 *vol. in*-16 *de* 380 *pages. Flammarion, édit. Paris*, 1941.

Dante, comme Homère, a besoin non pas d'être rajeuni car il est éternel, mais que de temps à autre on fasse tomber l'encombrant échafaudage d'interprétations et d'exégèses plus ou moins pieuses qui finit par faire perdre de vue l'essentiel, c'est-à-dire l'œuvre elle-même. Un des mérites du livre de M. Gillet, réside dans cette « restitution ». Il aborde tous les grands thèmes dantesques dans des chapitres riches de substance d'allusions, mais, insiste l'auteur, la philosophie de Dante, sa politique, sa science, ses lectures, tout cela, qui ne laisse pas d'être intéressant est secondaire. L'essentiel, c'est l'élan, l'art qui ont transmuté tous ces éléments pour en faire une source inépuisable d'émoi poétique.

S. R.

IMBELLONI (J.) et **VIVANTE** (A.). — **Le livre des Atlantides.** (Traduit de l'espagnol, annoté et augmenté d'un chapitre par le Dr F. Gidon.) — 1 *vol. in*-8° *de la* Bibliothèque historique, 345 *pages*, 41 *figures. Paris*, 1942, *Payot, éditeur.*

C'est au IVe siècle avant notre ère que Platon, le premier, écrivit le nom de l'Atlantide, décrivant cet état modèle, où tout était organisé pour la beauté de la vie et le bonheur des hommes.

La description tronquée de cet état idéal a enflammé l'imagination populaire, à tel point qu'il existe une importante littérature concernant l'Atlantide. Sans étudier de très près les textes de Platon, tous ceux qui ont admis l'existence du continent disparu, l'ont recherché de tous côtés.

Le Livre des Atlantides de J. Imbelloni et Vivante, reprend toute la question de manière beaucoup plus sérieuse.

La première partie de l'ouvrage est consacrée aux opinions qui ont été exprimées par les américanistes, les biologistes, les géologues, les anthropologistes et même les fantaisistes, lesquels sont d'ailleurs les plus nombreux et les plus gais. Il en résulte des localisations très variées. Rudolf Steiner est peut-être le plus sage (?) disant que l'Atlantide n'appartient qu'au domaine de l'esprit et « ne pourra être recouvrée que par un retour de la volonté vers l'intérieur de nous-mêmes ».

Dans la seconde partie, les auteurs analysent et dissèquent les textes de Platon, les interprètent dans leur lettre et dans leur esprit, avec beaucoup de science et de conscience, selon une orientation très originale.

Sous le récit d'aspect historique, les auteurs retrouvent tout ce qui caractérise les constructions utopiques en général, en particulier des états d'équilibre extra-humains, fort éloignés des réalités des civilisations vivantes. Les idées politiques de Platon sont d'ailleurs connues par d'autres textes : la *République* et les *Lois*. Il ne s'agit donc pas d'un récit historique.

La troisième partie comporte l'étude critique d'éléments historiques, géographiques et ethnographiques du *Timée* et du *Critias* et de l'emploi que l'on peut en faire pour rechercher le continent disparu..., s'il a jamais existé.

L'ouvrage a été traduit par le Dr F. Gidon. Le savant professeur de l'Université de Caen l'a annoté et augmenté d'un chapitre sur les submersions préhistoriques des côtes européennes.

R. Furon.

ROUSSEAU (P.). — **De l'atome à l'étoile.** — *Préface de* F. Joliot. — 1 *vol. de* 127 *p. Presses Universitaires de France, édit.*, 1940. (*Prix, broché* : 12 *fr.*)

Ce petit livre, le deuxième de la Collection « *Que sais-je ?* », écrit par un savant astronome doublé d'un excellent vulgarisateur, est un aperçu de nos principales connaissances sur la matière et l'énergie. L'ouvrage, d'une lecture attrayante, grâce à sa présentation pittoresque, met en évidence le prodigieux développement de notre connaissance de l'atome depuis quarante ans, ainsi que la grandiose unité des deux domaines, ceux de l'infiniment petit et de l'infiniment grand.

E. Cattelain.

MONCETZ (A. de). — **Initiation aux méthodes de la statistique.** — 2e *édition.* 1 *vol.* 16×25 *de* 122 *p. avec* 30 *fig. Paris, Librairie du recueil Sirey*, 1941. (*Prix, broché* : 40 *fr.*)

Publié dans la collection des monographies du centre de préparation aux affaires de la Chambre de Commerce de Paris, ce petit ouvrage est destiné à exposer, très simplement et sans développemenst mathématiques, les divers procédés d'investigation qui constituent ce qu'on pourrait appeler les *outils* du statisticien.

Il nous a paru bien adapté au but, limité et essentiellement pratique, ainsi défini ; signalons que plusieurs exercices complètent utilement chacun de ses chapitres.

P. Tongas.

ROUSSEAU (P.). — **L'astronomie sans télescope.** — 1 *vol.* 11×17 *de* 129 *p. Presses universitaires de France, édit., Paris*, 1941. (*Prix, broché* : 12 *fr.*)

On peut, avec l'astronome Charles Nordmann, affirmer qu'il n'est point nécessaire d'être ennuyeux pour être précis et de pontifer pour instruire, et penser avec lui que « ni la songerie ni même le sourire ne sont incompatibles avec la science ».

Ce petit ouvrage est une suite de conversations entre l'auteur, dont le talent de vulgarisation et l'érudition sont bien connus, et Laurette, jeune fille curieuse des choses de la science qui nous rappelle en bien des points la charmante marquise de La Mésangère, des *Entretiens sur la pluralité des mondes*, de Fontenelle. C'est, présentée sous une forme dialoguée, mais où le pittoresque n'exclut point la précision, le bilan sommaire de l'astronomie moderne. Livre qu'il faut connaître et qu'il faut avoir lu.

E. Cattelain.

KACHKAROV (D.-N.) et **KOROVINE** (E.-P.) — **La vie dans les déserts.** — *Edition française par Théodore Monod.* 1 *vol in-*8° (Bibliothèque scientifique), 362 *pages*, 63 *figures et* 63 *photos. Paris*, 1942, *Payot, éditeur.* (*Prix* : 90 *fr.*)

L'étude des déserts progresse partout, mais il n'existe pas encore d'organisme international permettant de grouper les observations et de faciliter les congrès. Les Sahariens ignorent les travaux russes et réciproquement. De leur côté, les Russes ont créé des organismes particuliers et l'Université d'Etat de l'Asie moyenne organise des séries d'études subventionnées par les gouvernements locaux.

Théodore Monod, secrétaire général de l'Institut de l'Afrique Noire, voyageur impénitent, séduit par l'intérêt de l'ouvrage russe, a reconnu tout de suite qu'il méritait d'être connu en France, non seulement pour les renseignements qu'il apporte sur les déserts de l'Asie moyenne, mais encore pour l'introduction qu'il peut constituer à l'étude des problèmes généraux de la biologie désertique.

Les principaux chapitres traitent du climat désertique, des sols, de la flore et de la faune, de l'aménagement éventuel des déserts.

Th. Monod a considérablement enrichi le volume en l'augmentant de notes et d'une importante bibliographie.

R. Furon.